

Dr. H. Ricardo Rodríguez

**“Calidad Integral de Alimentos y
Ecología Microbiana”**

La producción de agroalimentos y las demandas de los consumidores

La actividad agroindustrial –incluyendo la agroalimentaria, es relevante para la economía y la sociedad argentina, sus distintos eslabones contribuyen con el 36% de todos los empleos, el 45% del valor agregado por la producción de bienes y el 56 % de las exportaciones del país (Foro Cad. Agroind. Arg., 2005). Tomando como ejemplo el sector agroindustrial alimentario, la evolución de las exportaciones agroalimentarias ha sido dispar en el periodo 1995-2005. Es así que en los primeros años de esa década, las colocaciones externas mostraron un estancamiento considerable en sus valores.

Sin embargo, en la segunda parte del periodo, se observó un incremento notable de las mismas mostrando que su peso en relación al total, representó casi un 50 por ciento de las exportaciones. Por otra parte, el sector agroalimentario contribuye con el 6% del PBI nacional (INDEC, 2006; SAGPyA, 2006). Estas cifras ponen de manifiesto, por un lado la importancia del sector agroalimentario, como dinamizador económico y social del país, y por el otro la necesidad de contar con herramientas y tecnologías que faciliten su desarrollo y crecimiento de manera sustentable. En el presente artículo, se plantea analizar y reflexionar sobre algunos aspectos ligados a la calidad y a la seguridad alimentaria –inocuidad, resaltando la necesidad de fortalecer y difundir estos conceptos, tratando de contribuir con la cadena agroalimentaria argentina, en la intención de favorecer la producción de los alimentos que el consumidor demanda, tanto en el mercado doméstico, como en el internacional. El término seguridad alimentaria / seguridad de alimentos (“Food Safety”), será usado a lo largo del artículo para referirse a los aspectos de inocuidad de alimentos, ya que con este significado es ampliamente utilizado por la industria (Foro Cad. Agroind. Arg., 2005b) y los organismos especializados del sector (EC, 2000; FAO/WHO, 2002). En el sentido descripto, lo diferenciamos de la acepción seguridad alimentaria (“Food Security”), que se refiere al acceso o disponibilidad de alimentos sanos y nutritivos, de acuerdo a la Declaración de Roma suscripta en la Cumbre Mundial sobre la Alimentación (FAO, 1996).

Los alimentos, y en particular el consumo de los mismos, son reconocidos como un elemento fundamental al momento de evaluar la condición de salud y bienestar del ser humano. Los consumidores en los países desarrollados (entre paréntesis, se muestran los valores de los países en vía de desarrollo), gastan entre el 10 y el 15% (entre el 25 y el 30%) de sus ingresos en alimentos –incluyendo, las comidas fuera del hogar, lo cual representa aproximadamente la mitad de lo que invertían por este rubro en la década del '60 (Catlett, 2006). La función tradicional de la dieta es proveer energía y nutrientes esenciales para mantener la vida y el crecimiento. Sin embargo, el papel de la dieta ha evolucionado, en términos de la demanda de los consumidores, y es percibido no sólo cumpliendo su función tradicional, sino también como una fuente de sustancias y compuestos con beneficios fisiológicos para la salud y prevención de enfermedades (CAST, 1999; van der Zijpp, 1999; Strong, 2006). Los alimentos hoy día no sólo deben cubrir aspectos objetivos tradicionales, como nutrición, sino también aspectos subjetivos definidos por las preferencias individuales –requisitos prácticos tales como, alimentos de

fácil preparación, estables por tiempos prolongados, con énfasis en las características sensoriales de los mismos, u otros aspectos particulares –pe., que contribuyan o favorezcan a la protección de la salud (Marth, 1998; Hobbs, *et al.*, 2001).

A medida que las economías de los países progresan, de la mano de la urbanización, altos ingresos e incremento de la población, cambian los patrones de consumo –incluyendo el de los alimentos, aumentando la proporción de productos de calidad (Pensel, 1997; van der Zijpp, 1999; CAST, 1999). Es notorio que los consumidores actuales desean alimentos que satisfagan sus demandas y percepciones y esto se ve reflejado consecuentemente en productos de alta calidad y fácil preparación. Los productos frescos o que posean características que denoten frescura, se imponen con mayor facilidad en el mercado. En la Tabla 1, se describen las tendencias más frecuentemente expresadas, en las preferencias de los consumidores de alimentos. Se puede apreciar al analizar algunas de estas tendencias, que apuntan a productos, por ejemplo, con menor contenido de azúcar, sal, agentes preservantes, con procesos y tratamientos menos severos. A partir de estas tendencias, por lo tanto, es muy conveniente, conocer y utilizar las herramientas que puedan aportarse desde la ecología microbiana de alimentos, la tecnología de alimentos y la evaluación de riesgos alimentarios, para producir alimentos de alta calidad, seguros, y con mínimos –idealmente sin, riesgos para la salud pública que surgen –como hemos visto, como fuertes demandas del mercado actual (Buchanan, 1997; Marth, 1998; Walls, 2006; Duffy, *et al.*, 2006). También resulta importante destacar, del análisis de esas tendencias, lo referido a la valorización de las zonas y territorios –a través de la oferta de productos típicos de un lugar –pe., denominación de origen controlado, indicación geográfica de procedencia y también, lo atinente al cuidado del medio ambiente, en la producción y el procesamiento de los alimentos –uso de “tecnologías amigables con el medio ambiente” (Rodríguez, 2001c).

El incremento de la producción de alimentos de origen animal de calidad, requiere reducir las pérdidas producidas por deficiencias asociadas a la salud animal –este enfoque, en esta matriz animal, es tomado conceptualmente como ejemplo, pero es también válido, para la producción de alimentos de origen vegetal. Esas pérdidas económicas, incluyen pérdidas en productividad, mortalidad, costos por tratamientos veterinarios, acciones preventivas –vacunaciones, medidas higiénico sanitarias, infraestructura de servicios veterinarios, entre otras (van der Zijpp, 1999). Estas pérdidas económicas, pueden exacerbarse por la aplicación de restricciones comerciales –BSE, Fiebre Aftosa –FA, entre otras. En la CE, por ejemplo, los consumidores reaccionaron fuertemente, disminuyendo significativamente la compra y el consumo de carne bovina –después de las crisis asociadas a los episodios de BSE de 1996 y 2000, con caídas documentadas de entre 30-40% y aún más, de las ventas (Mathews, *et al.*, 2003) y consecuentemente afectando seriamente, no solamente la producción, procesamiento y comercialización de carne, en los países europeos, sino también la de los países exportadores a ese bloque –las exportaciones de la UE después del brote epidémico de FA en 2001, cayeron en más del 80% (Mathews, *et al.*, 2003). Estas situaciones impactan, sin duda,

profundamente en los ámbitos de la producción, la industria, los organismos de fiscalización y las agendas de los centros de investigación. La eliminación de las enfermedades del ganado, tendrá efectos beneficiosos –además de la disminución de costos en salud animal, en términos del diseño y aplicación de procesos menos rigurosos, para garantizar seguridad biológica, y consecuentemente obtener mejoras en los atributos de calidad de producto, demandados por el mercado. Esto también plantea, la necesidad de llevar adelante enfoques integrales a lo largo de la cadena agroalimentaria (Slorach, 2002); este enfoque, aplicado a seguridad alimentaria, aporta además a la obtención de atributos consistentes, teniendo en cuenta que la consistencia es la característica primordial de la calidad, de productos y procesos.

Calidad, seguridad y percepción de los consumidores

Hemos visto que la calidad es un aspecto crítico en la producción, procesamiento y comercio de alimentos, dado que los consumidores requieren, como se anticipó, alimentos que satisfagan sus expectativas y demandas, ya que desean obtener aquello que habían imaginado, al elegir tal o cual producto. En la Figura 1, se muestra el modelo de calidad total de alimentos adaptado de Grunert, *et al.* (1996) y en la Figura 2, en tanto, se describe el modelo de círculos de atributos de calidad de producto (Rodríguez, 1999); en dichas figuras se grafican conceptualmente aquellas demandas y expectativas, así como, características y condiciones objetivas del producto. Adicionalmente, los consumidores exigen cada vez más, que se brinde una garantía sobre las características deseables de los productos que se ofrecen, consecuentemente aparece la demanda de los mercados por trazabilidad e identidad preservada¹ en las cadenas agroalimentarias (Golan, *et al.*, 2004), así como, la adecuada aplicación de reglamentos técnicos, normas y sistemas de certificación de producto (IRAM, 2006; SAGPyA, 2006). Por lo tanto los productores, elaboradores y comercializadores de alimentos, perciben la necesidad de adecuarse a estos requerimientos del mercado y en sintonía con esas demandas entienden que es fundamental contar con herramientas técnicas y tecnologías que contribuyan a satisfacer a esos requerimientos (Warland, *et al.*, 2001; PROCISUR, 2003; Cent. de Com. Internac., 2004).

Por otra parte, de gran trascendencia mediática en los últimos tres lustros, se hallan dentro de los atributos implícitos y objetivos de los alimentos, aquellos asociados a la seguridad alimentaria² (CAST, 1994; Rodríguez, 1994; Rodríguez, 2001a, 2001b; IFT, 2002; Mathews, *et al.*, 2003), atributos vinculados –por otro lado, con la dimensión de la calidad sustentada en las “creencias”, como se verá más adelante (Allaire, 2003). Los aspectos ligados a seguridad alimentaria influyen fuertemente la confianza de los consumidores. La confianza de los consumidores es, a su vez, un concepto esquivo, dinámico y fuertemente influenciado por la prensa y los medios en general –no siempre por

¹ Los riesgos relacionados con la seguridad alimentaria –Food Safety y la oposición a los OGMs en Europa han conducido a un nuevo patrón de organización de las cadenas agroalimentarias y de coordinación de los actores basados en los principios de trazabilidad –garantizar origen, e identidad preservada –segmentación o separación de partidas para diferenciar productos específicos (PROCISUR, 2000).

² Seguridad alimentaria: La condición de los alimentos que resulta de una producción / elaboración, un almacenamiento y una manipulación adecuada, de tal modo que no puedan producir daño a la salud del consumidor, previniendo, por lo tanto, intoxicaciones o infecciones alimentarias y evitando o minimizando los peligros químicos, físicos y biológicos, que pudieren haber estado asociados (Adaptado de Cliver, D., 1990).

“ciencia sólida”, (“sound science”) pero que es crítico en términos de la sostenibilidad y competitividad de las empresas (Hobbs, *et al.*, 2001). Estos aspectos, a su vez también, han influido fuertemente para la modificación tanto del enfoque, como de la operatoria, de los sistemas de control y fiscalización agroalimentaria (Codex, 1999; EC, 2002; FAO, 2004; SENASA, 2004). La mayoría de dichos cambios se han realizado para tratar de restaurar esa pérdida de confianza de los consumidores, tanto en productos y procesos, como en los organismos regulatorios (Warland, *et al.*, 2001). En la arena del comercio internacional de alimentos, la seguridad alimentaria y las preferencias de los consumidores son temas críticos y controversiales, y consecuentemente, una fuente probable de disputas comerciales –de ahí la necesidad de conocerlos, cuantificarlos y manejarlos adecuadamente (Buzby and Unneverh, 2003).

En términos de calidad y seguridad alimentaria, la pérdida de alimentos causada por contaminación microbiana, infestación parasitaria y/o deterioro de los mismos es una preocupación mundial (WHO, 2002). A modo de ejemplo, puede decirse que la FAO ha estimado que en algunos países en vías de desarrollo, las pérdidas durante el almacenamiento de cereales llegan hasta un 10% de la producción total, en tanto que se pierde hasta un 50% de la producción de frutas y verduras, y hasta un 25% de las carnes frescas y semiprocesadas (Pensel, *et al.*, 2001). Los costos causados por las pérdidas por alteración o descomposición, sin embargo, son una parte del problema. Mead, *et al.*, (1999) han estimado que en EE UU, ocurren 76 millones de casos de Enfermedades Transmitidas por Alimentos –ETA por año, con costos situados entre 6,5 y 34,9 mil millones de dólares anuales, por atención médica y pérdida de productividad (Tabla 2). El mismo estudio indica, que cuando son considerados en conjunto el número de casos y la tasa de mortalidad, *Salmonella* es la causa del 31% de las muertes, seguido de *Listeria* (28%), *Campylobacter* (5%) y *Escherichia coli* O157H7 (3%). Por otra parte, y a modo de ejemplo, una encuesta realizada en la UE entre veinte mil consumidores de todos los estados miembros, ha revelado que el 27% rechazó productos provenientes de alguno de los países miembros por considerarlos faltos de calidad. En este sentido, aproximadamente el 50% de esos encuestados señaló que, a la hora de elegir un producto, la calidad es más determinante que el precio, indicando la importancia de la era del “estado de bienestar”, como se ha dado en llamar en los países desarrollados (Pensel, *et al.*, 2001). Adicionalmente, un informe reciente (Haselgrove, 2006) destaca a los alimentos, como una parte importante de la vida diaria y por lo tanto indica que son sensibles a ciertas megatendencias sociales. En particular, tres tendencias principales bien documentadas aparecen recurrentemente cuando se investiga el proceso de elección de los consumidores, tanto en la CE como en EEUU. Estas megatendencias son, a) conveniencia, b) salud y bienestar, y c) satisfacción personal y todas ellas, manifiestan e influyen, según este informe, la manera que las personas seleccionan y compran los alimentos.

Como se ha visto, los patrones de consumo de alimentos han cambiado fuertemente en la sociedad actual. La disponibilidad de ciertos productos a lo largo de todo el año, los gustos del consumidor, los estilos de vida, el poder de compra, la presión de los medios de comunicación, la percepción de los

consumidores sobre la seguridad alimentaria, en relación con la presencia de contaminantes de diversa naturaleza, son algunos de los factores que han influenciado ese cambio (Roig, *et al.*, 2002). En este sentido, se observa un mayor énfasis desde, la provisión y disponibilidad de nutrientes y calorías, hacia calidad, seguridad y conveniencia. Como respuesta de esta tendencia creciente – integración de sostenibilidad, variedad y salud en la oferta alimentaria, se incrementa la demanda a la industria procesadora de alimentos, de nuevos productos y de nuevas tecnologías, con los desafíos resultantes para la calidad y la seguridad de productos y procesos (Gabr, 2002; Wahlquist, 2004).

Como resultado de las situaciones descritas, surge la necesidad de aplicar procesos y tecnologías, para obtener alimentos adecuados a los requerimientos de los consumidores. Sin embargo, y dado que la premisa básica es mejorar la calidad de los alimentos, surge también la necesidad de explorar enfoques de procesamiento que disminuyan la severidad de los tratamientos – máxima retención de caracteres nutricionales y sensoriales, y con un adecuado nivel de seguridad –minimización de los riesgos (Favaloro, 2000; IFT, 2001; IFT, 2005). Por lo tanto, es primordial contar con enfoques y herramientas que permitan optimizar productos y procesos, modelar la respuesta microbiológica y mejorar la seguridad alimentaria, “garantizando” la calidad de los alimentos (Neira, *et al.*, 1998; Neira y Rodríguez, 1998; Rodríguez, 1999; Del Castillo, *et al.*, 2005). La mentalidad del consumidor mundial actual, se concentra en el valor agregado de los componentes de los alimentos, dando lugar a lo que se ha dado en denominar los “cuatro grandes”, a) conveniencia, b) variedad, c) salud y d) seguridad –CVSS, (Catlett, 2006).

De la caracterización de los atributos de calidad, a la calidad integral

La producción y elaboración de alimentos, así como su conservación – vida útil¹ hasta el consumo, con una adecuada calidad es un requisito *sine qua non*, para permanecer en el mercado. Esta adecuada calidad puede ser definida como una suma de atributos ó características que dan satisfacción al consumidor y cumplimiento a normas legales. La calidad será entonces una suma de propiedades sensoriales –textura, flavor, color, nutricionales –composición, de estabilidad, de seguridad biológica -mitigación del riesgo de microorganismos patógenos y de vida útil –control de microorganismos alteradores (Figura 2) (Rodríguez, 1999; Pensel, *et al.*, 2001; Warland, *et al.*, 2001).

En el diccionario de la Real Academia Española, (2001), se define a la calidad como la “propiedad o conjunto de propiedades, inherentes a algo, que permiten juzgar su valor”, o, “el grado de excelencia, naturaleza relativa, clase o carácter” No sorprende, entonces, que el término calidad de alimentos, sea subjetivo y se expanda –como hemos descripto, desde características sensoriales –incluyendo textura y flavor, hasta apariencia visual, beneficios nutricionales –reales y percibidos por el consumidor, y “creencias” de los consumidores acerca de la aceptabilidad de los procesos de producción. A pesar de tamaño complejidad, tanto desde el sector agroalimentario, como desde el mundo académico, se han realizado esfuerzos por describir y cuantificar

¹ Vida útil: La vida útil o vida de estante de un alimento, puede definirse como el tiempo en que este puede almacenarse sin que ocurran cambios indeseables en el sabor, aroma, textura y apariencia del mismo. La vida útil es la resultante de un concepto más amplio que los especialistas en calidad denominan estabilidad de un alimento. (Rodríguez, 1994).

características y atributos de calidad, para proveer procedimientos descriptivos –productos y procesos, para facilitar el desarrollo de metodologías de aseguramiento de la calidad y para ayudar a mejorar las características de calidad, de productos y procesos (Allaire, 2003; Tabai and Salay, 2003). En este sentido, el concepto de calidad de alimentos además es comúnmente utilizado, como un racional, dentro de la lógica que sustenta la definición de prioridades e inversiones en investigación y desarrollo (INTA, 2004). Es necesario, señalar, en este contexto que a menos que los atributos puedan ser caracterizados, evaluados y cuantificados, no existe un estimador no sesgado contra el cual evaluar la efectividad de esas investigaciones. Desde el punto de vista de las empresas, organizaciones e institutos que trabajan en I+D, esta es una razón de peso, para entender claramente el concepto de calidad de alimentos y su implicancia para el consumidor y los mercados.

El término calidad de alimento, puede significar diferentes cosas, para diferentes actores de la cadena alimentaria. Pe., en el caso de la carne vacuna, para un criador, puede significar similitud de peso o buena sanidad, para un invernador, adecuada terminación, para el procesador, buen rinde y para el consumidor, buena terneza. En un reciente estudio realizado para implementar sistemas de certificación de calidad y sanidad para la producción agrícola (Gutman, 2003), se señala que *“la calidad es un concepto complejo, dinámico y pautado culturalmente, que incluye aspectos de seguridad alimentaria – inocuidad, nutrición y atributos diferenciadores de los productos”*. El estudio, enfoca la sanidad y la calidad de los alimentos, atributos que han sido considerados distintos, tanto conceptual como reglamentariamente¹. La sanidad comprende los requisitos que hacen aptos a los productos para la alimentación humana, incluye aspectos fitozoosanitarios de las producciones agropecuarias e inocuidad de los productos transformados. Estas especificaciones se reglamentan, son mandatorias y son objeto de acción de los organismos de control y fiscalización. Son las normativas nacionales, o provinciales –ámbitos de agricultura o salud, en concordancia, en general, con los cuerpos normativos internacionales, pe., Codex Alimentarius. La calidad –por otra parte, según este estudio, en su acepción restringida incluye los aspectos que el productor destaca como estrategia de diferenciación comercial. Es por lo tanto, de acción voluntaria, que se traduce en procesos voluntarios de certificación, ante el cliente, proveedor o consumidor. Estos procesos son el pilar de los sistemas de gestión de la calidad, diseñados sobre la base de algún tipo de atributo que se desea valorar. En definitiva, del análisis se desprende que estos conceptos son dinámicos y como tal, sujetos a modificaciones por cambios en los mercados y en los consumidores. Por lo tanto, los sistemas de calidad que se implementen deben acompañar con la flexibilidad necesaria, para poder adaptarse a las demandas y a los cambios de escenarios que se produjeran. En la Tabla 3 se listan las normas obligatorias y voluntarias más comunes, que tienen vigencia en el mercado mundial de agroalimentos (Foro Cad. Agroind. Arg., 2005c).

¹ **Sanidad:** En el concepto amplio se entiende por Sanidad, a la sanidad, calidad y nutrición de los alimentos. Calidad de sano. Conjunto de servicios y acciones profesionales para preservar la salud pública e individual y garantizar al consumidor la ingestión de alimentos aptos con los principios nutritivos adecuados a sus requerimientos fisiológicos. **Calidad:** Es la condición en que un alimento específico satisface los deseos del consumidor o de un conjunto de consumidores, y es el carácter del alimento que concuerda con la especificación técnica prevista o implícita, y que responde a los patrones de sanidad, nutricionales, de especie, tipificación, variedad y tipo de presentación y conservación. No corresponde aplicar este término para determinar un nivel de calidad (extra, 1ra, etc.) sino exclusivamente para la definición que se indica. **Inocuidad:** Es la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido de acuerdo con el uso a que se destine. (SENASA, 2006).

Recientemente, Allaire (2003) ha presentado un ensayo en donde el autor se acerca al tema de la calidad de alimentos como un paradigma emergente del conocimiento, sustentado en las redes de la cadena alimentaria y su amplio rango de actores sociales –“de la granja al tenedor”, productores, intermediarios, profesionales y actores gubernamentales. Indica el autor, que ha existido una problemática histórica de la calidad de los alimentos, en parte explicada por las crisis ligadas a seguridad alimentaria y en parte también, por la globalización de la red comercial correspondiente. La calidad, expresa además el autor, ha sido central en el entendimiento del funcionamiento de los mercados, la competitividad y los estándares de calidad –Estos últimos, han contribuido a minimizar las heterogeneidades de la producción. En relación con el desarrollo de los sistemas de calidad, es importante señalar que durante la segunda mitad del siglo pasado se produjo una evolución gradual, desde la inspección hacia la gestión de la calidad, para poder asegurar que los consumidores reciben productos que responden a la utilización declarada (Cent. de Com. Internac., 2004). A fin de describir conceptualmente esta evolución, debemos decir que en la **inspección**, una o más características de un producto se examinan, miden o ensayan y se comparan con especificaciones, para lograr la conformidad. Los productos que no resultan conformes, se reprocessan, reclasifican, se aceptan con concesiones o se rechazan. Esto dejar ver que el empleo de la inspección para mejorar calidad es lento, costoso e ineficaz. Por otra parte, en el **control de la calidad** –CC, se controla el proceso mediante la retroalimentación de las razones por la cuales se obtiene un producto defectuoso. El CC, incluye establecer especificaciones de los parámetros que deben controlarse, los planes de control, los controles e inspecciones, los diagnósticos y acciones definidas y el control sobre las variaciones que se hayan corregido. A su vez, el **aseguramiento de la calidad**, incluye la planificación y el seguimiento de todo lo que tiene que ver con la calidad en la empresa. Incluye la definición de la política y objetivos de la calidad, el desarrollo de un manual de calidad, la realización de auditorías periódicas, la eliminación de la causa fundamental de los problemas encontrados y los exámenes periódicos por la alta dirección. Finalmente, en la **gestión de la calidad** se incluye además el enfoque al cliente y la introducción del concepto de la mejora continua de los procesos, junto con otras actividades del aseguramiento de la calidad. Las relaciones y puntos en común entre todos estos conceptos, se resumen en la Tabla 4.

Diversos sistemas y especialistas consideran, que la calidad de los alimentos debe ser construida a partir del punto de vista de los consumidores (Bech, *et al.*, 2001; Pensel, *et al.*, 2001; Allaire, 2003). Es el consumidor, en definitiva, quien decide que alimento comprar, además de cuando, donde y como hacerlo. La permanencia de las empresas en el agronegocio es dependiente de la compra del producto final por el consumidor –entrada financiera sostenida, de ahí la importancia de la calidad como un elemento clave de la competitividad y un aspecto central, en la organización de los actores y sistemas agroalimentarios (Rodríguez, 2003). Por otra parte, como la producción de alimentos comprende una suma de actividades, procesos y etapas, a lo largo de la cadena alimentaria –concepto de cadena de valor, es relevante, entonces, tener en cuenta aquel enfoque para comprender la importancia del papel de la

calidad en las cadenas agroalimentarias (PROCISUR, 2000, 2003).

Los principales factores que influyen en la **decisión de compra**, por parte del consumidor incluyen, por un lado, conceptos de calidad, valor y experiencia y, por el otro lado, los aspectos ligados a características del producto, motivos de compra y dimensiones de la calidad (Bech, *et al.*, 2001). La decisión de compra se relaciona con la **percepción de calidad y valor**. Entre estos se señalan, dos aspectos claves de la calidad; por un lado, calidad como un concepto de “realidad objetiva”, esto engloba “lo que el producto posee” y, por el otro, calidad como un concepto de “realidad subjetiva”, que incluye la percepción generada a través de la realidad objetiva que significa “lo que el consumidor recibe u obtiene”. Adicionalmente, la calidad del producto es habitualmente evaluada por el consumidor en relación con el costo del producto, un concepto a su vez influenciado por el precio. El contar con un producto de calidad superior, es ampliamente reconocido como la principal fuente de ventajas competitivas (Mitchell, 2003). Sin embargo, la satisfacción del consumidor es determinada por la relación entre la **calidad esperada** y la **calidad experimentada**. Por lo tanto, se espera que, un producto de alta calidad y con un buen valor, resultará en un consumidor satisfecho, el cual, a su vez, podrá repetir la compra de ese producto (Figura 1).

La motivación del consumidor para adquirir un producto alimenticio, también ha sido relacionada con las características del producto, motivos de compra y dimensiones de la calidad. Las características –o atributos mesurables del producto, son estudiadas generalmente con herramientas aportadas por las ciencias duras (pe., Ciencia y Tecnología de Alimentos), en tanto que desde las ciencias blandas (pe. Sociología, Marketing), se aportan bases para el estudio del comportamiento y las actitudes del consumidor. Las **características del producto**, incluyen los atributos del mismo y la manera en que son percibidos por el consumidor. Las características del producto incluyen, pe., el color y aroma de una fruta o de un producto cárnico; en tanto que los **motivos de compra**, son identidades abstractas, pe., la acción de disfrutar un sabor, o la satisfacción de alguna necesidad, que motiva el accionar del comportamiento del consumidor.

Las **dimensiones de la calidad**, finalmente, incluyen descripciones específicas y caracterizaciones del producto, realizadas sobre la base de los atributos de producto y la propia experiencia del consumidor, con lo cual relacionan la eventual habilidad del producto de “llenar” o satisfacer, los motivos de compra. Los especialistas, hablan de tres categorías de dimensiones de la calidad: a) Dimensión de la calidad observada, en donde la calidad puede ser evaluada al momento de la compra –pe., apariencia; b) Dimensión de la calidad experimentada, en donde la calidad solamente puede ser evaluada después de la compra –pe., ternura, de la carne, textura de una fruta y c) Dimensión de la calidad basada en una “creencia”, en donde la calidad solamente puede ser basada en la confianza –pe., la seguridad alimentaria, la producción orgánica, o la condición basada en una característica o componente ligado a la protección de la salud, la denominación de origen, o libre de OGM, o el grado en que una determinada producción es amigable con el medio ambiente, con el trato a los animales productores de alimentos –bienestar animal, o con cuestiones éticas no contratación o empleo de menores. En general, los alimentos son identificados

y seleccionados cada vez más por parte del consumidor, por esta última dimensión de la calidad (Allaire, 2003).

La calidad de un alimento es predominantemente caracterizada por la experiencia –es decir, después de la compra del producto, y de manera creciente, en las últimas décadas, por los aspectos relacionados con las creencias. Sobre la base de estas premisas, puede decirse que para realizar sus decisiones de compra, los consumidores, deben formar las denominadas “expectativas de compra”, que generalmente se fundamentan en algún tipo de fuente de información y que se han dado en llamar “indicios sobre la calidad” (Bech, *et al.*, 2001). Las cuales a su vez son divididas en dos grupos, a) Indicios intrínsecos de la calidad, comprenden las características físicas del producto –pe., el sabor de una fruta, o la terniza de la carne, son inferidos de los colores respectivos del producto; b) Indicios extrínsecos de la calidad, incluyen toda la información restante, pe., precio, marca, presentación, propaganda. Esta bien aceptado que la satisfacción del consumidor por un producto y consecuentemente la probabilidad que repita la compra, esta dada por la relación entre la “expectativa de la calidad” y la “calidad experimentada”. Diversos estudios indican que la dimensión de la calidad experimentada –incluyendo los placeres ligados a los sentidos y especialmente el sabor, es la dimensión más importante para conformar o no, las expectativas al momento del consumo del producto (Bech, *et al.*, 2001). Sin embargo, otros atributos de calidad, algunos de los cuales parecieran que se expanden en las tres dimensiones mencionadas, son cada vez más importantes. Entre estos, se incluyen características medibles u observables a largo plazo tales como, beneficios para la salud y métodos de producción seguros, amigables con el medio ambiente y sustentables (Haselgrove, 2006).

En la CE el factor más importante a considerar en el enfoque de las investigaciones en ciencia de alimentos, ha sido la focalización en la cadena alimentaria desde una perspectiva reversa; esto ha dado lugar al concepto de cadena reversa –“del plato al campo” (Ohlsson, 2003). Esto significa que las necesidades y demandas de los consumidores, conducen la manera en que las otras partes de la cadena deben aportar sus contribuciones al consumidor, incluyendo los métodos de producción y el cuidado del medio ambiente. El autor destaca que el concepto de cadena reversa y el énfasis en la mejora de la trazabilidad en los alimentos, serán factores de fuerte peso para mejorar la seguridad de los alimentos, en la CE. La inclusión de aspectos ligados al medio ambiente, donde se producen y procesan los alimentos, y la consideración de atributos y condiciones adicionales ha dado lugar al concepto de **calidad integral**, que ha sido definido como “*la condición resultante de la innovación concurrente en aspectos de inocuidad, nutricionales, organolépticos, de procesamiento –por tecnologías innovativas de preservación y/o biotecnología, estabilidad y gestión –calidad de producto/proceso, ambiente*” (INTA, 2004). Es importante señalar, por otro lado, al considerar los aspectos de sostenibilidad y medio ambiente, el uso de las tecnologías adecuadas para el manejo de los riesgos medioambientales relacionados con la agricultura convencional –pe., degradación de los suelos, conservación de la biodiversidad, evaluación del

¹ **Alimento Funcional:** Alimento y/o componente alimentario que provee beneficios para la salud, más allá de la nutrición básica, para una determinada población (IFT, 2005)

impacto de la agricultura, y las denominadas tecnologías emergentes de la producción de alimentos –pe., OGMS, manejo integrado de plagas, y agricultura orgánica, entre otras (FAO/WHO Secretariat, 2004; Pensel, 2004).

Con el enfoque de calidad integral, existe actualmente la demanda de avanzar en investigaciones sobre aspectos relacionados con calidad sensorial y nutricional e inocuidad de los productos, con especial énfasis en factores de producción y procesamiento que incidan sobre esos atributos. Adicionalmente, sobre la base de la importancia de los compuestos funcionales¹ presentes en distintos alimentos o materias primas –pe. carne, leche, vinos, aceites, frutas y hortalizas, es importante determinar su relación con los procesos de producción, dando herramientas para mejorar dichos procesos y asegurar la preservación de esos nutrientes, sin descuidar aspectos relacionados con trazabilidad, cuidado del medio ambiente y gestión de la calidad, entre otros.

Ecología microbiana de alimentos

El crecimiento de microorganismos alteradores y/o productores de ETA, ocupa el primer lugar entre las causas de la disminución de la calidad y seguridad biológica de los alimentos, debido a la acción de enzimas, toxinas y células bacterianas (CAST, 1994; Rodríguez, 1999; IFT, 2002). Se ha establecido que la mejor alternativa para minimizar el desarrollo microbiológico y la pérdida de la calidad durante el procesamiento y almacenamiento consiste en la acción combinada de distintos factores limitantes del crecimiento microbiano –enfoque de la tecnología de vallas. Esta estrategia permite la compatibilización de una mejor calidad sensorial con la seguridad biológica y sustenta las nuevas tendencias en la producción de alimentos, incluyendo la utilización de aditivos seleccionados y agentes conservantes adecuados (Leistner and Gould, 2002).

Es conocido que cada microorganismo alterador o productor de ETA es afectado diferencialmente por una multiplicidad de factores limitantes presentes en el alimento –temperatura, pH, actividad de agua, de proceso –conservantes, deshidratación, cocción, e intrínsecos del microorganismo –injurias, inóculo (IFT, 2001, 2002). Resulta entonces de sumo interés, en términos de mejorar la seguridad alimentaria la utilización de herramientas que permiten una estimación cuantitativa previa del efecto de distintos factores y procesos, en la alteración microbiológica, en el riesgo para la salud, y en la reducción del número de ensayos de desafío, tales como los modelos predictivos de la respuesta bacteriana (Buchanan, 1997; Masana, 1999).

La ecología microbiana de los alimentos puede definirse como el estudio de la interacción entre los atributos químicos, físicos y estructurales del alimento –es decir la matriz alimentaria, los factores y tecnologías de procesos y la flora que constituye la población microbiana correspondiente (Figura 3). En este sentido, es necesario considerar los principios básicos de la microbiología, además de los fundamentos de la ciencia y tecnología de alimentos y poder integrar ambas áreas, para resolver las situaciones ligadas a la ecología microbiana que pueden presentarse en sistemas complejos, como son generalmente las diferentes matrices alimentarias. El enfoque de ecología microbiana de alimentos ha sido desarrollado con amplitud por la Comisión

Internacional de Especificaciones de Alimentos (ICMSF, 1980), especialmente en relación con los microorganismos patógenos (ICMSF, 1996) y con productos alimenticios (ICMSF, 1998). Un enfoque muy interesante sobre ecosistemas, microorganismos y alimentos, se encuentra en la publicación editada por Board *et al.* (1992); en tanto en la revisión hecha por Beales (2004), se describen en detalle los mecanismos de adaptación a bajas temperaturas, ácidos débiles, bajo pH y estrés osmótico. Recientemente, Masana y Rodríguez (2006), han desarrollado un capítulo dedicado a la ecología microbiana, en el primer libro sobre ciencia y tecnología de carnes escrito originalmente en idioma castellano. De esta última publicación, se describirán a continuación los aspectos que entendemos son más pertinentes, al presente artículo.

Los principales factores que afectan el desarrollo y sobrevivencia de los microorganismos en los alimentos se pueden apreciar en la Tabla 5, clasificados sobre la base de una modificación de la clásica categorización de Mossel (1983), adaptada para poder incluir a los nuevos procesos de preservación de alimentos. La mayoría de estos factores interfieren con la estabilidad del medio interno celular representada por variables tales como la osmolaridad celular, el pH intracelular o la integridad del ADN y las membranas celulares. Cuando estas interferencias se producen en un rango acotado de las variables fisiológicas internas, se desencadenan mecanismos homeostáticos tanto en las células vegetativas como en las esporas que intentan restablecer los valores fisiológicos normales. En la Tabla 6, se describen los modos de acción de algunos factores y los mecanismos de homeostasis implicados. Estos mecanismos homeostáticos en las células vegetativas son primordialmente energía dependiente, mientras que en las esporas, en cambio, el proceso de homeostasis es pasivo y consiste en mantener el protoplasto con una cantidad de agua mínima y constante. Esta es la principal razón de la inercia metabólica extrema y la resistencia de estas células. Esto tiene una importancia fundamental tanto en el diseño de procesos de preservación de alimentos seguros, como en los programas de limpieza y sanitación de superficies y equipos empleados en la industria de los alimentos

Los microorganismos pueden ser injuriados o sea lesionados por efecto de niveles subletales de factores tales como, calor, radiaciones ionizantes, ácidos débiles, agentes sanitizantes. Esta injuria es caracterizada por la disminución de la resistencia a ciertos agentes selectivos, o por el aumento de ciertos requerimientos nutricionales. La injuria es un fenómeno complejo influenciado, entre otros factores, por el tipo del agente injuriante, el tiempo, la temperatura, y de la cual las células se recuperan mediante la síntesis de RNA y proteínas lo que redundará en la prolongación de la fase de latencia. El fenómeno de injuria microbiana es significativo para la seguridad alimentaria ya que las células injuriadas, pueden recuperarse naturalmente después de los procesamientos y presentar un riesgo para la salud. También debe señalarse que en estudios para medir la resistencia microbiana a factores de proceso, es necesario seguir adecuadas metodologías de recuperación para las células injuriadas a fin de no obtener valores de inactivación erróneos, pe., valor D^1 . Por otra parte, el fenómeno de la injuria puede ser aprovechado positivamente para

¹ **Valor D:** Cinética observada de la destrucción bacteriana, es un exponencial negativa cuantificable como tiempo de reducción decimal –tiempo necesario, a una temperatura dada, para bajar un ciclo logarítmico en la población bacteriana (Masana y Rodríguez, 2006).

diseñar procedimientos en los que niveles subletales de distintos agentes se combinen para asegurar la inocuidad en la formulación de los productos cárnicos, como sucede en la denominada tecnología de las vallas que se considerará más adelante.

Los métodos de control de la alteración microbiana, pueden categorizarse de acuerdo a diferentes enfoques tecnológicos. Tomado como ejemplo, el caso de la vida útil de carne refrigerada y envasada al vacío –EV, por largos períodos, los métodos se centran en la prevención de la contaminación inicial –playa de faena y despostado (Sistemas de Gestión de Calidad –BPM, HACCP, etc.); la inactivación de los microorganismos que pudieran estar presentes en la carne (utilización de vapor, ácidos orgánicos, etc.) y el uso de condiciones de almacenamiento que prevengan o reduzcan el nivel de desarrollo de los microorganismos en el producto (tipo de envase, refrigeración, empleo de atmósferas modificadas –CO₂, entre otros) Por esto es necesario conocer los factores de preservación y almacenamiento para lograr la inhibición o inactivación de la flora presente. Para el ejemplo que nos ocupa, es importante destacar, por otro lado, que la parte muscular profunda proveniente de animales sanos, en términos prácticos es estéril y por lo tanto la contaminación bacteriana de la carne es un fenómeno de naturaleza superficial. Es generalmente aceptado que la mayoría de la flora de una canal recién eviscerada proviene de las operaciones inherentes a su obtención en la playa de faena. El enfriado de las canales, con humedad controlada y adecuada velocidad de aire, minimizará el desarrollo bacteriano y contribuirá a seleccionar la flora dominante –la flora que desarrolla es especialmente del tipo Gram negativo y psicrotrofa. Sin embargo, durante los procesos de despostado y preparación de los cortes, las bacterias presentes en los tejidos superficiales, en las manos de operarios, en los cuchillos, entre otros, pueden ser transferidas a las nuevas superficies recién expuestas (Rodríguez, 1996).

En relación a las carnes de pH normal, por estudios realizados en condiciones comerciales, se puede apreciar que utilizando materia prima proveniente de establecimientos que aplican BPM, tanto en playa de faena como en despostado y utilizando adecuados sistemas de packaging –tecnología de envasado, características físico-químicas de la película, permeabilidad al O₂ y al vapor de agua, y enfriado de los cortes de carne, en condiciones de envasado a vacío, los cortes pueden alcanzar una vida útil de más de noventa días (Rodríguez, *et al.*, 1996, 2000), (Figura 4). Es interesante apreciar en este gráfico la competencia que se manifiesta entre los distintos grupos bacterianos analizados y como este fenómeno influencia el desarrollo de los mismos. Pe., a los 60 días de almacenamiento, hay un mayor desarrollo relativo del grupo *Pseudomonadaceae* (organismos no deseables), el cual favorece el aumento del número de *Brochothrix thermosphacta* (organismo no deseable) y la disminución relativa de *Lactobacillus* (organismos benéficos). Esta situación luego se revierte –en el caso que nos ocupa, a medida que avanza el periodo de almacenamiento; no debe dejar de señalarse la importancia, sin embargo, de tener un recuento inicial bajo, de todos estos grupos bacterianos, para lograr un desarrollo final deseable en términos de la adecuada vida útil del producto. En los estudios de este tipo, se señala la importancia de mantener la cadena de

frío, pues cuando se interrumpe rápidamente aparecen defectos primero en el color y luego en el olor del producto. Es importante destacar, que el EV es la tecnología que ha permitido mantener por más de dos décadas el comercio internacional de carnes entre los países del Cono Sur de América y la CE (Rodríguez, *et al.*, 1996, 2000).

Tecnología de vallas

La tendencia de los consumidores por alimentos «light» o con “mayor apariencia de frescura”, ha llevado a desalentar el uso extendido de aditivos con propiedades antimicrobianas en el procesamiento de alimentos. Este hecho ha propiciado, desde hace más de dos décadas, el empleo de la denominada tecnología de vallas, que fuera descrita por primera vez por Leistner y Rodel (1976) y cuyos principios se exponen detalladamente en Leistner y Gould (2002). El foco de esta tecnología es inhibir el desarrollo bacteriano y preservar las características deseadas por los consumidores, a través de la combinación óptima de varios factores. Es por esto que estas tecnologías cumplen el principio de “preservación igual al desarrollo bacteriano cero” (Montville, 1999) y es por esto la conveniencia de conocer los aspectos pertinentes, a la ecología microbiana de las matrices alimentarias correspondientes.

La aplicación de esta tecnología para obtener productos cárnicos, mediante combinación de procesos y aditivos habitualmente utilizados en la industria alimentaria –incluyendo sales de cura, radiaciones ionizantes envasados en materiales flexibles, estables a temperatura ambiente por más de 6 meses y seguros desde el punto de vista de la inhibición del *Clostridium botulinum*, ha sido estudiada por Rodríguez, *et al.*, (1992), Suárez Rebollo, *et al.*, (1997) y Lasta, *et al.*, (1998). Sobre la base de los trabajos mencionados, el caso del modelado del desarrollo de *C. botulinum*, ha sido descrito por Masana y Rodríguez (2006), (Figura 5). En estos ensayos por primera vez, se utilizó el propionato de sodio en productos de este tipo para inhibir el desarrollo de *C. botulinum*, los cuales han sido destacados recientemente por Leistner and Gould (2002). El efecto observado de los procesos de preservación ensayados en estos estudios puede ser explicado por el mecanismo general, a través del cual, el efecto de radiación ionizante produciría una destrucción de esporas y células vegetativas con cinética lineal, generando simultáneamente además un cierto grado de injuria sobre las células sobrevivientes. Es sobre estas células injuriadas que actúan, para el caso del *C. botulinum*, los compuestos del curado especialmente los nitritos y, en estos casos, el propionato de sodio para impedir ó retrasar el crecimiento de las esporas germinadas. Estas células injuriadas, son capaces de recuperarse rápidamente dadas condiciones óptimas de cultivo constituyéndose en un riesgo potencial si el proceso de destrucción no fuera totalmente efectivo y las condiciones de almacenaje prescripto son abusivas. En cuanto a los modelos obtenidos en estos estudios, permiten describir tanto la destrucción de las células microbianas, como la recuperación de las células injuriadas.

El mismo enfoque de tratamientos combinados, ha sido estudiado en la obtención de productos cárnicos libres de virus de la fiebre aftosa (Lasta, *et*

al., 1992; Masana, *et al.*, 1995). Sin embargo, el uso de nuevos aditivos como vallas adicionales debe ser estudiado cuidadosamente; por ejemplo el agregado de lactato de sodio –de uso frecuente en la industria alimentaria, en productos cárnicos termoprocesados ha permitido demostrar propiedades protectoras, afectando la termosensibilidad de *Listeria monocytogenes* (Masana, *et al.*, 1997) por lo que debiera tenerse en cuenta este efecto, al diseñar un proceso seguro.

En cuanto a los productos fermentados y los productos de alta humedad ($aw > 0.90$), Leistner y Rodel (1976) también han identificado los niveles adecuados de vallas (NO_2 , pH, aw , y flora competitiva) a aplicar en embutidos fermentados, para inhibir la flora patógena y alteradora favoreciendo el desarrollo de las bacterias lácticas deseadas y, de esta manera, han sentado las bases para una elaboración basada en principios científicos, en la industria procesadora de embutidos secos.

El enfoque de tecnologías de vallas ha permitido, además, identificar y definir las condiciones para obtener productos cárnicos estables y con características sensoriales superiores, sobre la base de la combinación de factores incluyendo procesos térmicos relativamente suaves. Recientemente, Vaudagna, *et al.* (2006) han informado sobre sus trabajos en el diseño y elaboración de productos cárnicos tipo *sous vide* –cocción bajo vacío, utilizando aditivos seleccionados, tratamientos térmicos no severos y conservación en refrigeración, bajo el enfoque de tecnología de valla. Tanto el rinde, como las características sensoriales –especialmente jugosidad, flavor y terneza, como una vida útil adecuada a los requerimientos comerciales (estabilidad bioquímica, sensorial y microbiológica), reportados por estos autores, indican un futuro promisorio para este tipo de productos. Alimentos de este tipo, por otra parte, forman parte de la canasta que ofrecen los principales supermercados de la CE, EEUU y Canadá.

Adherencia bacteriana

Otro aspecto relevante en términos de la ecología microbiana es la formación de biofilms. En términos microbiológicos un biofilm o biopelícula, se define como la capa microscópica mediante la cual los microorganismos se adhieren a una superficie (Figura 6). Los biofilms pueden encontrarse en cualquier nicho ecológico y revisten especial importancia para la industria alimentaria en general, no solamente por los aspectos ligados a la vida útil de los productos y a la salud pública, sino también ligado a la toma de muestra para análisis microbiológicos y a los procedimientos de limpieza y sanitación (Chmielewski and Frank, 2003). La formación de biopelículas es de relevancia tanto en la alteración de los productos, como en la seguridad alimentaria, ligada a los mismos.

Se ha demostrado que en la adherencia de las bacterias alteradoras, intervienen dos fenómenos distintos que a su vez incluyen otras tantas etapas. En la primera las células se unen por fuerzas físicas como las de Van der Waals, esta etapa es reversible; en una segunda etapa, tiempo dependiente, se produce la formación de un exopolisacárido extracelular que une fuertemente a las bacterias entre sí y con la superficie en cuestión (Rodríguez, 1990, 1996).

Experimentalmente se ha demostrado, a través de las primeras microfotografías (SEM) publicadas de una bacteria adherida a la carne (Figura 7), que los organismos alteradores pueden desarrollar, en condiciones ideales de medio ambiente, microfibrillas de adhesión en tiempos tan cortos como 60 minutos, (Rodríguez, 1990). Los mismos estudios señalan que al poner en contacto una cantidad conocida de *Pseudomonas* –principal responsable de la alteración de la carne en condiciones de aerobiosis, con músculo bovino estéril, el 80% de las bacterias presentes se adhieren antes del primer minuto de contacto con la superficie de la carne (Figura 8). Esto conlleva una importante significación práctica, la de reducir al mínimo la contaminación inicial de la carne. El fenómeno de adherencia y prevención de la adherencia, mediante el empleo de ácido láctico y nisina, en carne ha sido experimentalmente demostrado por Ockerman, *et al.*, col. (1992). Estos autores señalan que la aplicación temprana de los agentes antimicrobianos previene la adherencia especialmente de *Pseudomonas* uno de los organismos alteradores más frecuentes de carnes frescas y refrigeradas. La adherencia experimental de *Escherichia coli* y la formación de fibrillas en diversas superficies comúnmente utilizadas en la industria de los alimentos ha sido estudiada (Figuras 9 y 10), (Rodríguez *et al.*, 1997). Estos estudios indican que la formación de biofilms, influencia también tanto, el procedimiento de toma de muestra, como la aplicación de los programas de limpieza, ya que las bacterias que estén fuertemente adheridas habrán desarrollado un biofilm que atemperará el eventual efecto adverso del medio y de los agentes externos.

El desarrollo de biofilms protege a los microorganismos y dificulta su remoción de los equipos de procesamiento, empaque y conservación de alimentos. Los biofilms constituyen una vía muy estructurada para proveer homeostasis, una red para desarrollar funciones especiales en cooperación con las células que forman el nicho colonizado y, finalmente, una gran protección contra los agentes antimicrobianos que pudieren aplicarse. En el ámbito de la industria es importante tener en cuenta el diseño e ingeniería de los equipos de procesamiento y las superficies a estar en contacto con los alimentos, para impedir la formación de los biofilms al hacer más difícil el proceso de adsorción inicial y facilitar las operaciones de limpieza y sanitación. Las investigaciones sobre biofilms, un problema persistente en el medio ambiente de las plantas procesadoras de alimentos, no son abundantes probablemente debido a que los métodos e instrumentales necesarios son muy específicos y no están al alcance de los laboratorios de rutina y –por otra parte, los microbiólogos de alimentos, en general no han sido entrenados en estas técnicas. Para trabajar en este campo, es necesario utilizar las herramientas que son empleadas frecuentemente en los dominios de la ecología microbiana (IFT, 2002).

Comentarios y síntesis final. Calidad y seguridad alimentaria

La seguridad de los alimentos se ha colocado al tope de las prioridades de la industria, las agencias de control y los organismos de investigación, por cuestiones relacionadas con, a) la irrupción de las denominadas “crisis en la seguridad alimentaria” –BSE, dioxina, *E. coli* O157:H7; *Salmonella* resistente a

los antibióticos, b) con el creciente desarrollo y reformulación de productos alimenticios, c) con la salud humana y d) con las percepciones de los consumidores (Rodríguez, 2000a, 2000b, 2000c; Mathews, et al., 2003; Rodríguez y Masana, 2003a, 2003b). En este sentido los brotes de ETA, ligados a «nuevos» microorganismos –emergentes, o a la reaparición de otros –re-emergentes, y la presencia, también, de los denominados patógenos clásicos, han traído preocupación en términos de poder garantizar la oferta de productos clásicos, los procesados con nuevas tecnologías, o los nuevos desarrollos que sean seguros para el consumidor (Rodríguez, 1994; Montville, 1999; Doyle and Erickson, 2006). El concepto de **organismo emergente** debe abordarse, sin embargo, considerando que es un término relativo y que es dependiente de la perspectiva individual que se haga del lapso respectivo. Se comparte el enfoque de Doyle and Ericsson (2006), en cuanto a considerar como emergentes los temas vinculados con seguridad alimentaria de tipo microbiológico, que han dominado las discusiones en seguridad alimentaria, en la última década y, por lo tanto, probablemente continuarán teniendo una influencia central en las prácticas del manejo de la seguridad alimentaria.

Dentro de aquellos alimentos que han sido evaluados y definidos como potencialmente riesgosos –con control de tiempo/temperatura de proceso para asegurar inocuidad (IFT, 2001), los de origen animal –entre ellos carnes y productos cárnicos, se han visto asociados a episodios de ETA vinculados con contaminaciones con *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* productor de toxina Shiga, particularmente por la cepa O157:H7, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* y *Clostridium botulinum* (IFT, 2002). Debe señalarse, por otra parte, que es preocupante también, la presencia de agentes endémicos, pe., en algunas zonas de nuestro país, tales como *Trichinella spiralis*, causantes de ETA asociados a alimentos de origen animal con deficiencias, o totalmente carentes, de fiscalización sanitaria (Rodríguez, 1996; Rodríguez, 1999). La presencia de peligros bacterianos y parasitarios y la aparición de ETAs ligadas a una amplia variedad de alimentos de origen vegetal –frutas y verduras, y alimentos varios (mayonesa, especias, jugos de frutas etc.), también ha traído preocupación a la industria y a los organismos de control y el establecimiento de nuevas regulaciones y la introducción de tecnologías de procesos, para mejorar seguridad alimentaria (Rodríguez, 1998; IFT, 2002). Por otra parte, toda esta problemática se ve reflejada en la importante oferta académica a nivel de post grado, en el tema calidad y seguridad alimentaria, en diferentes universidades nacionales de la Argentina –pe., UBA; UNRC; UNSAM¹.

El desarrollo microbiano en alimentos es un proceso muy complejo, gobernado por factores genéticos, bioquímicos y medioambientales (tríada GBMa) –factores que tienen impacto tanto en la flora como en el alimento que la contiene. Por otra parte, este enfoque permite comprobar que asistimos a un fenomenal cambio en el procesamiento de los alimentos, como respuesta a las actitudes y tendencias en el consumo de alimentos. Los principales factores, integrantes de la tríada GBMa, han sido analizados en Masana y Rodríguez (2006). Sin embargo, no puede dejar de señalarse que, los desarrollos que se

¹ a) Carrera de Especialización en Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, CEICA, Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA, www.uba.edu.ar/b b) Maestría en Inocuidad y Calidad de Alimentos, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, www.unrc.edu.ar; c) Carrera de Especialización en Calidad Industrial de Alimentos, Instituto de Calidad Industrial, INCALIN, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI y Universidad Nacional de San Martín, UNSAM, www.unsam.edu.ar

avercinan en biología molecular, ecología microbiana y tecnología de alimentos, seguramente harán cambiar la apreciación acerca del desarrollo de los microorganismos en los alimentos.

Con relación a las ETA, se ha señalado que debido a los cambios y desarrollos en los productos, procesos, prácticas, en el consumidor –ser humano, y los patógenos¹, las mismas y especialmente las emergentes, continuarán siendo una preocupación para la salud pública del siglo XXI (IFT, 2002). En sintonía con este escenario, también se ha afirmado que *«la compleja interrelación de los patógenos, el huésped, la ecología microbiana, implica un papel para cada actor –industria, agencias regulatorias, autoridades de salud pública y consumidores, en el manejo de los riesgos ligados a la seguridad alimentaria. Un sistema con enfoque flexible y científicamente basado, que se sustente en el cumplimiento del papel que le corresponda a los actores mencionados, será la mejor arma contra los problemas derivados de la seguridad alimentaria ligada a los microorganismos emergentes»*². Por otra parte, los sistemas para manejar el riesgo asociado a las ETA, están basados en un detallado conocimiento de los microorganismos y los alimentos asociados – los riesgos conocidos (ICMSF, 1998a, 1998b; Walls, 2006). La clave para el control es la rápida movilización de capacidades en investigación enfocada a cubrir los saltos críticos de conocimiento; por otra parte, investigaciones a largo plazo también son necesarias para mejorar las capacidades y responder proactivamente, anticipando y previniendo –a través por ejemplo, de enfoques integrados, de los sistemas HACCP, microbiología predictiva y evaluación de riesgo (Codex, 1999; WHO 2006). En sintonía, con lo descrito se ha manifestado también que *«no hay componente más importante en la calidad de un alimento que su sanidad, o sea la garantía de inocuidad para el consumidor,....resulta fundamental que a medida que el mundo moderno desarrolla nuevas formas de producción y consumo a gran escala de alimentos, se avance proporcionalmente... en técnicas como HACCP, microbiología predictiva y análisis de riesgo, como forma de asegurar la garantía de calidad de un alimento»*¹. Adicionalmente, en diferentes países, han sido adoptadas recientemente herramientas de vigilancia para asistir en el monitoreo de la seguridad en la totalidad de la cadena agroalimentaria –enfoque “del campo al plato”, incluyendo identificación animal y sistemas de trazabilidad de producto (Doyle and Erickson, 2006).

La seguridad de los alimentos es un elemento principal de la salud pública y un determinante crítico del comercio de alimentos. Como se ha visto, involucra a un considerable número de actores, incluyendo productores primarios, elaboradores, comerciantes, transportistas, –en las diferentes cadenas y megacadenas, el servicio regulatorio y de control oficial y los consumidores. Los servicios oficiales de control de alimentos –Sistemas Nacionales de Control de Alimentos, SNCA, juegan un papel central para el aseguramiento de la inocuidad y calidad de alimentos para el consumo humano (Gimeno, 2001; FAO/WHO Secretariat 2004b). Estos servicios tienen una influencia e impacto alto en la

¹ El autor de este artículo, mientras se hallaba en la escuela de Graduados en la Universidad Estatal de Ohio, en el año 1987, participó en la elaboración y consumo de jugo de manzana casero no pasteurizado (“apple cider”), que era consumido a veces hasta un año después de fabricado –previa congelación. Por esta época, por otro lado, no era conocida la ecología de *E. coli* O157:H7, asociada a este tipo de producto. Un lustro más tarde -1992, cuando concurrió a Ohio State como postdoc, este producto había sido prohibido por las autoridades regulatorias, en términos de su fabricación y expendio, a causa de los casos fatales de SUH ocurridos –algunos en Ohio, ligados al consumo de “apple cider”, contaminado con *E. coli* O157:H7 (ver foto correspondiente en el Anexo).

² Conclusiones del Informe del Panel de Expertos, IFT, (2002), pag. 96 –Ver lista de referencias.

organización y actividades de los usuarios. Por otro lado, en términos de la operatoria del SNCA es imperativo contar con estrategias que aborden la resolución de los problemas que surgen de contar con dobles estándares sanitarios –comercio interno y exportación, en donde esta situación se presente. Esta situación pone en riesgo potencial, la salud de la población, como así también la credibilidad ante los mercados y gobiernos, a donde estos países exportan (FAO/WHO Secretariat, 2004b). Finalmente, es necesario destacar que esta bien establecido que los SNCA deben operar coordinadamente bajo el enfoque de la evaluación de riesgos, con una clara diferenciación, entre los ámbitos que llevan adelante el análisis, el manejo y la comunicación del riesgo (Reilly, 2004). En este sentido, los organismos de investigación pueden contribuir con valiosos aportes en la definición de la evaluación del riesgo, con beneficios tanto para el SNCA, las diferentes cadenas de valor, como para el sostenimiento y apertura de mercados. Merece señalarse, en esta dirección, el ejemplo virtuoso que constituye el accionar del IPCVA (2005), al financiar proyectos de investigación para determinar evaluación de riesgo de *Escherichia coli* O157:H7 en la cadena de carne bovina, los cuales contribuirán con importante información científica para esclarecer esta problemática de la cadena de ganados y carne.

El hecho de la heterogeneidad de los productos aparece como un aspecto obvio –especialmente en los de origen agropecuario, debido a la idiosincrasia de las condiciones de producción y consumo. Los estándares permiten la comparación de los productos en el mercado y la compatibilidad técnica, tanto en la producción como en el consumo. En este sentido, puede decirse que la calidad no es natural, se aplica como un ordenamiento a lo natural y a lo social. Por otro lado, las características de la calidad son debidas a la variabilidad de las tecnologías, lugares de producción y variabilidad en las habilidades de los productores. Adicionalmente, las diferencias entre los productos y los servicios ofertados resultan del propio proceso de mercado.

En este contexto, marcas certificadas –certificación de productos y procesos realizados por una tercera parte, son mecanismos que se asumen para mejorar la coordinación de los mercados. Estos procedimientos, sirven especialmente cuando ayudan al consumidor a objetivar, las denominadas creencias o confianzas de la calidad. Si se adopta una visión holística, los consumidores, intermediarios y productores, crean definiciones de calidad, las cuales tienen que ser conformadas por el producto, desde su origen hasta la desaparición, en el proceso del consumo. Sin embargo las nociones de origen, como la de desaparición, son relativas, del mismo modo como lo son sus límites. En este sentido, hay fuertes debates relacionados con las denominadas “creencias” de la calidad de los productos. La pregunta sería ¿Cuándo un producto “desaparece”, luego del consumo, cesa la responsabilidad del fabricante? –Este debate, abierto en la CE es fundamental, en términos de seguridad alimentaria (pe., priones, bacterias, toxinas) y de los productos que dicen poseer propiedades beneficiosas para la salud (“nutritional and health claims”). Tanto los consumidores, como los productores proyectan significados individuales al producto. Por lo tanto, el desafío para los innovadores es monitorear y tratar de anticipar, los atributos que son proyectados por el consumidor. El consumidor es a su vez, confrontado con un desafío semejante;

¹ Conclusiones del Panel de Especialistas. Seminario Internacional: Enfermedades Transmitidas por Alimentos Su Importancia en la Industria y la Salud Pública. Serie Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria N°28, pags. 135, 138, 139 (1999). ISSN 0327-8093.

el mercado entonces, es desafiado por lo que se ha dado en llamar “consumo reflexivo” (Allaire, 2003).

Con relación a calidad de alimentos y competitividad, el fenómeno de globalización, la rapidez y accesibilidad de la información entre otros factores, han llevado al consumidor a una toma de conciencia acerca de los beneficios y/o potenciales desventajas o riesgos por el consumo de determinados alimentos. La calidad de los productos agroalimentarios es el requisito fundamental para competir exitosamente en un mercado globalizado. Competir significa poder ofrecer una canasta de productos diversificada, asegurando consistencia en calidad y cantidad. Calidad, en este contexto, significa definir las estrategias comerciales sobre la base de las demandas explícitas o implícitas del consumidor. La seguridad del consumidor se ha convertido en una de las cuestiones más críticas y relevantes de las cadenas de valor agroalimentarias. Como ha sido señalado hace muchos años por John Ruskin *“La calidad nunca es un accidente, siempre es el resultado de un esfuerzo inteligente”*. No obstante los importantes progresos realizados, se entiende que el esfuerzo aún más en el enfoque de la mejora continua, para incrementar la calidad y seguridad de los alimentos y proteger al consumidor.

Agradecimientos

A la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria y a la Fundación Profesor Alfredo Manzullo, por el alto honor de haberme otorgado el prestigioso Premio Fundación Alfredo Manzullo, versión 2005. Por la lectura crítica y sugerencias hechas sobre el presente manuscrito, se agradecen los aportes de la Dra. Norma A. Pensel, Coordinador Nacional (i) de Investigación y Desarrollo, Dirección Nacional, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA y del Lic. Q. MPhil. Marcelo O. Masana, Coordinador del Área de Protección de Alimentos, del Instituto Tecnología de Alimentos, Centro de Investigación de Agroindustria, del INTA. Por la profesional asistencia en la operatoria y presentación en la Sesión Pública, se agradece al Dr. Arquímedes Bolondi, Jefe del Departamento de Operaciones y Servicios, Gerencia de Servicios Complementarios, del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, del INTA. Finalmente, con el mayor reconocimiento de mi parte, dedico este artículo a la memoria del Prof. Dr. Alfredo Manzullo, por sus enseñanzas cuando fue nuestro Profesor en la Universidad Nacional de La Plata y por su guía y apoyo, en nuestros primeros años de Becario en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, cuando fue miembro del Consejo Directivo del INTA.

Referencias

- Allaire, G. 2003. Quality in economics, a cognitive perspective. In Harvey, M., McMeekin, A., and Warde, A., *Theoretical Approaches to Food Quality*, Manchester Univ. Press.
- Beales, N. 2004. Adaptation of microorganisms to cold temperatures, weak acid preservatives, low pH, and osmotic stress: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 3. Disponible en www.ift.org
- Bech, A.C., Grunert, K.G., Bredahl, L., Juhl, H.J., Poulsen, C.S. 2001. Consumers' quality perception. In, Frewer, U., Risvik, E., Schifferstein, H., eds.. *Food, People, and Society: A European perspective of consumer's food choices*. Berlin, Heidelberg, Springer.
- Board, F.G., Jones, D., Kroll, R.G. and Pettipher, G.L. (ed). 1992. Ecosystems: Microbes: Food. *Jour. Appl. Bacteriol.* 73:1S-178S
- Buchanan, R. L. 1997. Identifying and controlling emerging foodborne pathogens: research needs. *Emerg. Infect. Diseases* 3: 1-7
- Buzby, J.C., and Unnevehr, L. 2003. Introduction and overview. Chap. 1. In *International Trade and Food Safety, Economic Theory and Case Studies*. Ed. J.C. Buzby. USDA, ARS, Agricultural Economic Report Number 828. Disponible en www.ers.usda.gov
- Catlett, L. 2006. Global perspectives and consumers needs in a changing world. Proc. 52nd Int. Cong. Meat Sc. and Technol.: 24-27. Wageningen Acad. Publishers.
- CAST. 1994. Foodborne Pathogens. Risks and Consequences. Task Force Report N°122. Council for Agriculture Science and Technology, Ames, IA.
- CAST. 1999. Animal Agriculture and Global Food Supply. Task Force Report N°135. Council for Agriculture Science and Technology, Ames, IA.
- Chmielewski, R.A.N. and Frank, J.F. 2003. Biofilm formation and control in food processing facilities. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. Vol2, 2003. Disponible en www.ift.org
- Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC, CERA, INTI. 2004. Gestión de la calidad de exportación: Libro de respuestas para pequeños y medianos exportadores. CCI/CERA/INTI. Buenos Aires.
- Cliver, D.O. 1990. *Foodborne Diseases*. Academic Press, Inc. San Diego, California.
- Codex Alimentarius Commission (Codex). 1999. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations, CAC/GL-30. Rome.
- Del Castillo, L., Meichtri, L., Rodríguez, R. y Masana, M. 2005. Efecto del nivel de inóculo en la interfase de crecimiento / No crecimiento de *Escherichia coli* O157:H7. Lib. Res. 1.3. X Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. AATA. Mar del Plata.
- Doyle, M.P. and Erickson., M.C. 2006. Emerging microbiological food safety issues related to meat. *Meat Sc.* 74:98-112.
- Duffy, G., Cummings, E., Nally, P., O'Brien, S., and Butler, F. 2006. A review of quantitative microbial risk assessment in the management of *Escherichia*

- coli* O157:H7 on beef. *Meat Sc.* 74:76-88.
- EC. 2000. White Paper on Food Safety. Commission of The European Communities. COM 719, Final. Disponible en http://europa.eu.int/index_en.htm
 - EC. 2002. Regulation EC N° 178/2002 establishing the European Food Safety Authority and procedures in matters of food safety. *Offic. Jour. of the Europ. Comm.* 1.2., Jan. 28.
 - Favaloro, R. 2000. Las carnes en la dieta alimentaria y la salud. Primeras Jornadas Nacionales sobre Carnes. Vacuna-Ovina-Porcina-Aviar. Transcripción de las Disertaciones. Pags. 111- 121.
 - FAO. 1996. Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial. Cumbre Mundial de la Alimentación. Disponible en www.fao.org
 - FAO. 2004. Second FAO/WHO Global Forum of Food Safety Regulators. Building effective food safety systems. Proc. of the Forum. Disponible en www.foodsafetyforum.org/global
 - FAO/WHO. 2002. FAO/WHO concept paper. Global Fora of Food Safety Regulators. Disponible en www.fao.org
 - FAO/WHO Secretariat. 2004a. Emerging risks related to the environment and new technologies. Second FAO/WHO Global Forum of Food Safety Regulators. Disponible en www.fao.org
 - FAO/WHO Secretariat. 2004b. Strengthen official food safety control services. Second FAO/WHO Global Forum of Food Safety Regulators. Disponible en www.fao.org
 - Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina. 2005a. Declaración de principios. Disponible en www.foroagroindustrial.org.ar
 - Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina. 2005b. Sistema de Sanidad y Seguridad Agroindsustrial. Disponible en www.foroagroindustrial.org.ar
 - Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina. 2005c. Buenas Prácticas Agrícolas. Diagnóstico y Propuestas. El primer eslabón. Disponible en www.foroagroindustrial.org.ar
 - Gabr, M. 2002. Food safety issues, an international concern. Keynote address: "Improving efficiency and transparency in food safety systems -Sharing experiences". FAO/WHO Global Forum of Food Safety Regulators. Disponible en www.fao.org
 - Gimeno, E. 2001. El sistema de sanidad y calidad agroalimentaria del estado. Seminario, La Organización Sanitaria y Agroalimentaria. Desafíos y Oportunidades. Acad. Nac. de Agr. y Veter. Tomo LV, pags. 373-392. ISSN 0327-8093.
 - Golan, E., Krissof, B., Kuchler, F., Calvin, L., Nelson, K., and Price, G. 2004. Traceability in the U.S. Food Supply: Economics Theory and Industry Studies. USDA, ERS, Agricultural Economic Report Number 830. Disponible en www.ers.usda.gov
 - Grunert, K.G., Hartving, L.H., Madsen, T.K., Baadsgaard, A. 1996. Market orientation in food and agriculture. Boston, MS.
 - Gutman, G. 2003. Estudio de base para la implementación de un sistema de certificación de la calidad y la sanidad de la producción agrícola. Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción, Gobierno de la Provincia de Buenos Aires

- y Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Haselgrove, A.C. 2006. Innovating meat products to meet consumers wants and needs: Keeping meat on the menu. Proc. 52nd Internat. Cong. Meat Sc. and Technol. 29-33. Wageningen Acad. Publishers.
 - Hobbs, J.E., Spriggs, J., and Fearn, A. 2001. Institutional Arrangements and Incentive Structures for Food Safety and Quality Assurance in the Food Chain. Chap. 3. In Interdisciplinary Food Research. Eds. Hooker, N.H, and Murano, E.A. CRC Press, Series CFS, Boca Raton, Fl.
 - ICMSF. 1980. Microbial Ecology of Foods, vol. 1, Factors affecting life and death of microorganisms and vol. 2, Food commodities. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Academic Press, Inc., NY.
 - ICMSF. 1996. Microorganisms in foods 5. Microbiological specifications of food pathogens. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Blackie Acad. and Professional, London.
 - ICMSF. 1998a. Microorganisms in foods 6. Microbial ecology of food commodities. International Commission on Microbiological Specifications for Foods Aspen Pub. Inc. MD.
 - ICMSF. 1998b. Principles of risk assessment for illness caused by foodborne biological agents. International Commission on Microbiological Specification for Foods. *Jour. Food Protect.* 61:1071-1074.
 - ICMSF. 1998c. Potential application of risk assessment techniques to microbiological issues related to international trade in food and food products. International Commission on Microbiological Specification for Foods. *Jour. Food Protect.* 61:1075-1086.
 - IFT 2001. Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Institute of Food Technology. Disponible en www.ift.org
 - IFT 2002. Expert Report on Emerging Microbiological Food safety Issues. Implications for control in the 21st century. IFT Expert Report. Institute of Food Technology. Disponible en www.ift.org
 - IFT. 2005. Functional Foods: Opportunities and Challenges. IFT Expert Report. Institute of Food Technology. Disponible en www.ift.org
 - INDEC. 2006. Registros estadísticos varios. Disponible en www.indec.gov.ar
 - INTA. 2004. El INTA que queremos. Plan Estratégico 2005-2015 del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ediciones INTA, Buenos Aires.
 - IPCVA. 2006. Estudios para la evaluación del riesgo de *Escherichia coli* productor de toxina Shiga -STEC, en la cadena de la carne bovina. Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina. Convenio de cooperación científica entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA y el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina, IPCVA.
 - IRAM. 2006. Instituto Argentino de Normalización. Sitio web www.iram.org.ar
 - Lasta J., Rodríguez, H.R., Pensel, N.A., Margaría, C., Gallinger, M.M., Artuso, C., Masana, M. and Suárez Rebollo, M.P. 1998. Inhibition of *Clostridium botulinum* type A in beef by combined treatments. In, Combination processes for food irradiation, pp. 131-157. Panel Proc. Series, IAEA, Vienna.
 - Lasta, J., Blackwell, J.H., Sadir, A., Gallinger, M.M., Marcovecchio, F., Zamorano,

- M., Ludden, B. and Rodríguez, R. 1992. Effect of combined treatments on Foot and Mouth disease virus infectivity in bovine tissues. *Jour. Food Science* 57:36-39
- Leistner, L., and Rodel, W. 1976. The stability of intermediate moisture foods with respect to microorganisms. In, *Intermediate Moisture Foods*. Davies, R., Birch, G.C., and Parker, K.J. eds. pp. 120. App. Science Pub., London
 - Leistner, L. Gould, G. 2002. *Hurdle Technologies. Combination Treatments for Food Stability, Safety and Quality*. Kluwer Academic / Plenum Publishers. N.Y., USA.
 - Masana, M., Eisenschlos, C., Rodríguez, H.R., Lasta J., and Fondevilla, N. 1995. Foot-and-mouth disease virus inactivation in beef frankfurters using a biphasic cooking system. *Food Microbiol.* 112:373-380.
 - Masana, M.O., Melamed, C., Lasta, J., and Silvestre, A. 1997. Effect of sodium lactate on the heat resistance of *Listeria monocytogenes* in a meat paste. *Proc. 43rd Internat. Cong. Meat Sc. And Technol.* pp. 432-433.
 - Masana, M.O. 1999. Limitations and extensions of predictive microbiology models. Thesis, Master of Philosophy, Food Science and Technology. Faculty of Agriculture and Food, University of Reading, United Kingdom.
 - Masana, M. y Rodríguez, R. 2006. Ecología microbiana. En *Ciencia y Tecnología de Carnes, Capítulo 10, Parte IV, Microbiología y Sanidad*. Eds. Hui, Y.H., Guerrero Legarreta, I. y Rosmini. M., Editorial Limusa S.A., México. ISBN 968-18-6549-9.
 - Marth, E.H. 1998. Extended Shelf Life Refrigerated Foods: Microbiological Quality and Safety. Scientific Status Summary. *Food Technology*, Vol. 52 N° 2: 57-62. Disponible en www.ift.org
 - Mathews, J.H., Bernstein, J., and Buzby, J.C. 2003. International Trade of Meat/Poultry Products and Food Safety Issues. Chap. 4. In *International Trade and Food Safety, Economic Theory and Case Studies*. Ed. J.C. Buzby. USDA, ARS, Agricultural Economic Report Number 828. Disponible en www.ers.usda.gov
 - Mead, P.S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L.F., Bresse, J.S., Shapiro, C., Griffin, P.M., and Tauxe, R.V. 1999. Food-related illness and death in the United States. *Emerg. Inf. Dis.* 5:607-625.
 - Mitchell, L. 2003. Economic Theory and Conceptual Relationship Between Food Safety and International Trade. Chap. 2. In *International Trade and Food Safety, Economic Theory and Case Studies*. Ed. J.C. Buzby. USDA, ARS, Agricultural Economic Report Number 828. Disponible en www.ers.usda.gov
 - Montville, T.J. 1999. U.S. Perspective of Food Borne Disease in a Global Market. Seminario Internacional. Enfermedades Transmitidas por Alimentos. Su Importancia en la Industria y la Salud Pública. En *Series de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria* 28: 120-132.
 - Mossel, D.A.A. 1983. Essentials and perspectives of the microbial ecology of food. In, *Food Microbiology: Advances and Prospects*. Soc. for App. Bacteriol. Symp. Ser. No 11. Ed Roberts, T.A. and Skinner, F.A. pp. 1-45. Academic Press, London.
 - Neira M.S., Rodríguez, R. y Masana, M. 1998. Uso de la ecuación de Gompertz para describir el efecto del pH sobre el crecimiento de cepas de *Escherichia*

coli enterohemorrágico. Actas VIII Cong. Arg. de Microbiol. F-19. pag. 231. Buenos Aires.

- Neira, M.S., Rodríguez, R 1998. Influencia del lactato de sodio sobre el crecimiento de cepas de *Escherichia coli* productor de toxina Shiga. Lib. Res. A.1.2. COMBHAL, Aguas de Lindoia, S.P., Brasil.
- Ockerman, H.W., Rodríguez, H.R. and Pensel, N.A. 1992. Lactic acid and nisin effect on beef spoilage bacteria. Proc. 38th Internat. Cong. Meat Sc. and Technol. Vol. 4 pags. 711-714. Clermont Ferrand, France.
- Ockerman, H.W., Rodríguez, H.R. and Pensel, N.A. 1992. Attachment of spoilage bacteria to beef muscle tissue. Proc. 38th Internat. Cong. Meat Sc. and Technol. Vol. 4 pags. 715-718. Clermont Ferrand, France.
- Ohlsson, T. 2003. Reports provide insight into future of food science research. *Trends in Food Sc. & Technol.* 14: 124-125.

Pensel, N. 1997. The future for red meat in human diets. American Meat Science Assoc. Bull. pp. 1-4. The Gianni Schellino Memorial Prize, OPIC, Oficina Permanente Internacional de la Carne.

- Pensel, N. 2001. Calidad y diferenciación. Reunión Abierta Producción de Carne en el Oeste. Organizador Grupos CREA Zona Oeste. Sesión Calidad y Competitividad: Imperativos en el mercado de carnes. 22 de junio, General Villegas.
- Pensel, N. 2004. Calidad y producción sustentable. Seminario Sustentabilidad de la Producción Agrícola. Panel V. La productividad de los cultivos, la calidad y la inocuidad. Organizador, INTA y JICA, 2-3 de marzo, Buenos Aires.
- Pensel, N., Benítez, C. y Rodríguez, R. 2001. Calidad, seguridad alimentaria y trazabilidad: Herramientas para mejorar la competitividad agroalimentaria. *Revista IDIA*. Nº 1. pags. 129-133.
- PROCISUR. 2000. Proyecto Global. Serie Documentos. Documentos Nº 4 y Nº 12. Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur, PROCISUR. Montevideo, Uruguay. Disponible en www.procisur.org.uy
- PROCISUR. 2003. Plataformas Tecnológicas Regionales –PTR, Calidad de las Cadenas Agroalimentarias. Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur, PROCISUR. Montevideo, Uruguay. Disponible en www.procisur.org.uy
- Real Academia Española. 2001. Diccionario de la lengua española. 22ª edición. Disponible en www.rae.es
- Reilly, A. 2004. Defining the responsibilities and tasks of different stakeholders within the framework of a national strategy for food control. Second FAO/WHO Global Forum of Food Safety Regulators. Disponible en www.fao.org
- Rodríguez, H.R. y Rivelli, S. 1985. Microorganismos alterantes de carnes en cueros bovinos. Actas X Cong. Panamer. Veter. y Zootec., Abs. 329, Buenos Aires.

- Rodríguez, H. R. 1990. Effect of lactic acid and nisin during the attachment of spoilage bacteria to sterile beef muscle tissue. MSc Thesis. The Ohio State University, Graduate School. Columbus, OH, USA.
- Rodríguez, H.R., Lasta J., Margaría, C., Gallinger, M.M., and Artuso, C. 1992. Combines processes to inhibit *Clostridium botulinum* toxin production in a beef product stored at room temperature. Proc. 38th Internat. Cong. Meat Sc. and Technol. Vol. 4 pp. 739-742.
- Rodríguez, R. 1994. Productos listos para ser consumidos: Riesgo y control de microorganismos patógenos. *Rev. CAICHA*. Año 16 (68):66-79.
- Rodríguez, H.R. 1994. Evaluación de la vida de estante de productos cárneos. *Rev. CAICHA*. 16(67):46-53.
- Rodríguez, H. R., Suarez Rebollo, M. P., Rivi, A. and Lasta, J. A. 1996. Microbiology and keeping quality of refrigerated vacuum packed beef kept for extended storage. Proc. 42th. Int. Cong. Meat Sci. and Technol. pp. 71-72. Lillehammer, Norway.
- Rodríguez, R. 1996. Higiene y sanidad de las carnes de consumo. Jornada: Las Carnes en la Nutrición y Salud Humana. En Estudios de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires. Vol. 19, pags. 13-27. Eds. Instituto Estudios Interdisciplinarios en Ciencia y Tecnología. Buenos Aires.
- Rodríguez, H.R, Ockerman, H.W., Bolondi, A., and Lasta, J.A. 1997. Bacterial attachment onto meat and meat related surfaces. Proc. 43rd Internat. Cong. Meat Sc. and Technol. pags. 754-755. Auckland, New Zealand.
- Rodríguez, R. 1998. Parasitosis emergentes en alimentos: Ciclosporiasis y criptosporidiosis. 2° Congreso Argentino de Zoonosis; 1° Congreso Argentino de Enfermedades Emergentes; 1° Congreso Latinoam. de Enf. Emergentes. 14-17 de Abril, Buenos Aires.
- Rodríguez, R. 1999. La higiene de los alimentos y la salud humana: Significación de los productos de origen animal. Seminario Internacional. Enfermedades Transmitidas por Alimentos. Su Importancia en la Industria y la Salud Pública. En *Series de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria* 28:51-59.
- Rodríguez, R. 2000a. La calidad y la seguridad del consumidor como factores de comercialización. En *Trascripción de las Disertaciones, Primeras Jornadas Nacionales sobre Carnes*, pags. 125-133. Copyright INTA, editado en Buenos Aires.
- Rodríguez, H. R., Meichtri, L. H., Margaría, C. A., Pensel, N.A., Rivi, A. and Masana, M. O. 2000. Shelf life evaluation of refrigerated vacuum packaged beef kept for extended storage. Proc. 46th. Int. Cong. Meat Sci. and Technol. pp. 668-669. Buenos Aires, Argentina.
- Rodríguez, R. 2000b. Hormonas en debate. Informe Especial: 46° Congreso

Internacional de Ciencia y Tecnología de Carnes. Revista Super Campo, pags. 76-79.

- Rodríguez, R. 2000c. Seguridad alimentaria en la industria de la carne. Conclusiones: 46th International Congress of Meat Science and Technology, ICoMST. La Industria Cárnica Latinoamer. pags. 52-53.
- Rodríguez, R. 2001a. Importancia de la Seguridad Alimentaria a Nivel de la Producción Primaria de Carne. Reunión Abierta Producción de Carne en el Oeste. Organizador Grupos CREA Zona Oeste. Sesión Calidad y Competitividad: Imperativos en el mercado de carnes. 22 de junio, General Villegas.
- Rodríguez, R. 2001b. La seguridad alimentaria: Otro atributo de la calidad. *Revista de los CREA*, 252:38-42.
- Rodríguez, R. 2001c. La Producción Sostenible de Alimentos. 1er. Congreso Latinoamericano Interdisciplinario de Salud y Medio Ambiente. Simposio N° 8 Alimentación y Ambiente. Sociedad Argentina de Medicina Ambiental. 25 al 27 de octubre, Buenos Aires.
- Rodríguez, R. y Masana, M. 2003a. Consideraciones sobre inocuidad de carne vacuna y de ave. Conferencia Regional para la Región Andina y el Cono Sur: Temas emergentes sobre la inocuidad y seguridad alimentaria que influyen en la salud pública y el comercio. FDA, USDA, DH&HS, CDC, CBP, ANMAT y Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de Argentina. 1-3 de septiembre, Buenos Aires.
- Rodríguez, R. y Masana, M. 2003b. Reservorios: Consideraciones sobre STEC en vacunos de la región pampeana. Los estudios de prevalencia del INTA. Reunión sobre Síndrome Urémico Hemolítico. Ministerio de Salud de la Nación, Secretaría de Programas Sanitarios e INPPAZ-OPS/OMS. 4-5 septiembre, Martínez.
- Rodríguez, R. 2003. Calidad y Diferenciación como Herramientas de la Competitividad. Foro productivo del NOA. Mesa Panel: Calidad y Competitividad Agroalimentaria. Sociedad Rural de Tucumán, 18 y 19 de septiembre, San Miguel de Tucumán.
- Roig, C., Bisang, R, Pensel, N., Sánchez, G. y Rodríguez, R. (Coordinador). 2002. Hacia el Fortalecimiento Competitivo de la Cadena de Carne Bovina en la Región del MERCOSUR Ampliado. Informe final de consultoría internacional. Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur, PROCISUR e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. Disponible en www.procisur.org.uy
- SAGPyA. 2006. Dirección Nacional de Alimentos. Registros estadísticos varios. Disponible en www.sagpya.gov.ar
- SAGPyA. 2006. Dirección Nacional de Alimentos. Estrategia y accionar. Disponible en www.sagpya.gov.ar

- SENASA. 2004. Plan Estratégico para el Cambio y Fortalecimiento de SENASA. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Disponible en www.senasa.gov.ar
- SENASA. 2006. Glosario de términos. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Disponible en www.senasa.gov.ar
- Slorach, S.A. 2002. Integrated approaches to the management of food safety throughout the food chain. Global Forum of Food Safety Regulators. Disponible en www.fao.org
- Strong, M. 2006. Nutritional contribution of red meat in the diet -The state of art. Proc. 52nd Int. Cong. Meat Sc. and Technol.:43-54. Wageningen Acad. Publishers.
- Suárez Rebollo, M.P., Rodríguez, R.H, Masana, M.O. and Lasta, J.A 1997. Sodium propionate to control *Clostridium botulinum* toxigenesis in a shelf stable product prepared by using combined processes including irradiation. *Journal Food Protection* . 60:771-776.
- Tabai, K.C., and Salay, E. 2003. Opinion of the food processors, wholesale and retail companies towards the Program for Product Quality Analysis in Sao Paulo, Brazil. *Food Control*, 14: 545-551.
- van der Zijpp, A.J. 1999. Animal food production: the perspective of human consumption, production, trade and disease control. *Livestock Production*, 59:199-206.
- Vaudagna, S., Lasta, J. y Sánchez, G. 2006. Nuevas tecnologías. En Ciencia y Tecnología de Carnes, Capítulo 19, Parte V, Procesamiento. Eds. Hui, Y.H., Guerrero Legarreta, I. y Rosmini. M., Editorial Limusa S.A., México. ISBN 968-18-6549-9.
- Walls, I. 2006. Role of quantitative risk assessment and food safety objectives in managing *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats. *Meat Sc.* 74:66-75.
- Wahlquist, M.L. 2004. Requirements for healthy nutrition: Integrating food sustainability, food variety, and health. Jour. F. Sc. Concise Reviews in Food Science. Vol. 69 N° 12004. Disponible en www.ift.org
- Warland, R.H., Herrmann, R.O., Sterngold, A. 2001. Assesing the Bases of Food Safety Concerns. Chap. 9. In Interdisciplinary Food Research. Eds. Hooker, N.H, and Murano, E.A. CRC Press, Series CFS, Boca Raton, FL.
- WHO. 2002. WHO global strategy for food safety: Safer food for better health. World Health Organization, Geneva, Switzerland. Disponible en www.who.int/fsf
- WHO. 2006. FAO/WHO expert meeting on the development of practical risk management strategies based on microbiological risk assessment outputs. Disponible en www.who.int/foodsafety/micro/jemra/meetings/background.pdf

Tabla 1. Principales tendencias en la producción y el consumo de alimentos

Alta calidad

Alimentos convenientes

Fáciles de almacenar

Vida útil adecuada

Procesamientos menos severos

Menor procesamiento térmico

Mínimo daño por frío

Menor uso de agentes preservantes

Libres de aditivos artificiales

Frescos o con marcadas características de frescura

Naturales -Que transmitan fuerte vinculación con la naturaleza

Con atributos sensoriales superiores

Nutricionalmente más sanos

Bajo contenido en sal

Bajo contenido en grasas

Menor contenido en calorías

Menor contenido en grasas saturadas

Mayor contenido en grasas insaturadas

Con presencia de compuestos nutraceuticos

Antioxidantes

CLA

Inocuos -Con "garantía de inocuidad"

Más seguros

Trazables

Con aceptabilidad sociocultural

Revalorización de regiones, lugares y sitios de procedencia y producción

Producidos utilizando tecnologías amigables con el medio ambiente

Éticos -Condiciones de trabajo; no empleo de menores

Referencia: Adaptado de Masana y Rodríguez (2006)

Tabla 2. Enfermedades Transmitidas por Alimentos En EEUU. Incluye Prevalencia Anual Estimada.

Microorganismo	Síntoma Principal	Incubación	Fuente potencial de Contaminación	Enfermos	Dece- sos
Bacteria					
<i>Bacillus cereus</i>	Diarrea - Diarrea acuosa, calambres intestinales Emesis - Náuseas y vómitos	6-15 hs 0.5-6 hs	Carne, leche, vegetales y arroz Productos con arroz, alimentos con almidón (papas, pasta, quesos)	27.360 n/d n/d	0 n/d n/d
<i>Brucella</i> spp	Sudor, dolores de cabeza, pérdida de apetito, dolor muscular	días o semanas	Productos crudos, o no sometidos a calentamiento, de origen animal (leche, prod. lácteos, cremas, quesos, manteca)	777	6
<i>Campylobacter</i> spp. <i>C. jejuni</i>	Diarrea acuosa, fiebre, dolor abdominal, náuseas, dolores de cabeza, dolores musculares	2-5 días	Pollo crudo, carne vacuna, carne de cerdo, productos de mar, leche cruda	1.963.141 n/d	99 n/d
<i>Clostridium botulinum</i>	Debilidad, confusión, vértigo, visión doble, dificultad para tragar y hablar	18-36 hs	Conservas con proceso térmico defectuoso, productos fermentados	58	4
<i>Clostridium perfringens</i>	Calambres abdominales intensos, diarrea	8-22 hs	Carne, productos cárnicos, salsas	248.520	7
<i>Escherichia coli</i> Enterotoxigénico	Diarrea acuosa, dolores abdominales, fiebre, diarrea, náusea	24 hs	Alimentos contaminados con líquidos cloacales; manipuladores de alimentos infectados	55.594	0
Enteropatogénico	Diarrea acuosa o sanguinolenta	n/d	Pollo ó carne vacuna cruda; alimentos contaminados con heces o aguas contaminadas	n/d	n/d
<i>E. coli</i> O157:H7	Calambres abdominales severos, diarrea acuosa o sanguinolenta, Síndrome Urémico Hemolítico (SUH)	1-2 días	Hamburguesas crudas o poco cocidas; brotes de alfalfa, jugos no pasteurizados; salames secos curados; lechuga, carne de ciervo; quesos de pasta blanda; leche cruda	62.458	52
Enteroinvasivo	Calambres abdominales, vómitos, fiebre, SUH	12-72 hs	Alimentos contaminados con heces humanas, o agua contaminada; hamburguesa de carne, leche no pasteurizada	n/d	n/d
<i>Listeria monocytogenes</i>	Náusea, vómito, diarrea, síntomas de resfrío, meningitis, encefalitis, en embarazadas, y el feto, o recién nacido, infecciones intrauterinas que pueden dar aborto	Pocas semanas-3 semanas	Leche cruda, quesos (de pasta blanda), vegetales crudos, carnes crudas, pescados crudos y ahumados, embutidos fermentados	2.493	499
<i>Salmonella</i> spp. <i>S. typhi</i> y <i>S. paratyphi</i>	Fiebre tipo tifoidea, dolores de cabeza, dolor abdominal, dolor de cuerpo, diarrea o constipación	7-28 días	Carnes crudas, pollo, huevo, leche y productos lácteos, pescado, mariscos, patas de rana, hongos, coco, salsas, aderezos para ensaladas	n/d	n/d
Otras <i>Salmonella</i> spp.	Náusea, vómitos, fiebre, dolores de cabeza, calambres abdominales; síntomas crónicos (pe. artritis)	6-48 hs 3-4 semanas		659	3
				1.341.873	553

n/d = no disponible
Referencia: Adaptado de IFT (2002).

Tabla 2. Enfermedades Transmitidas por Alimentos En EEUU. Incluye Prevalencia Anual Estimada. Continuación.

Microorganismo	Síntoma Principal	Incubación	Fuente potencial de Contaminación	Enfermos	decesos
<i>Shigella</i> spp.	Dolor abdominal y calambres, diarrea, fiebre, vómitos, sangre o pus en heces	12-50 hs	Ensaladas (papas, atún, pollo, fideos) vegetales crudos, productos de panadería (crema), rellenos de sándwiches, productos lácteos, pollo	89.648	14
<i>Staphylococcus aureus</i>	Náusea, vómitos, calambres abdominales, postración	1-7 hs	Carne y productos cárnicos, pollo, productos de huevo, ensaladas (huevo, atún, pollo, papa, fideos), rellenos de panadería, leche y productos lácteos	185.060	2
<i>Streptococcus</i> spp.				50.920	0
Group A (<i>S. pyogenes</i>)	Angina, faringitis, dolores al tragar, amigdalitis, fiebre alta, dolores de cabeza, vómitos, secreción nasal	1-3 días	Productos lácteos con de temperatura, cremas, huevo, jamón picado, ensaladas, ensalada de mariscos, budín de arroz	n/d	n/d
Group D (otros <i>Streptococcus</i> spp.)	Diarrea, calambres abdominales, vómitos, fiebre, aturdimiento	2-36 hs	Embutidos mal procesados; leche en polvo, crema, pastel de carne, leche cruda; leche pasteurizada	n/d	n/d
<i>Vibrio cholerae</i>				49	0
<i>V. cholerae</i> serogrupo 01	Diarrea acuosa leve; diarrea aguda; diarrea tipo agua de arroz	6 hs-5 días	Productos de mar, crudos o mal cocidos	n/d	n/d
<i>V. cholerae</i> serogrupo no 01	Diarrea, calambres abdominales, fiebre, vómitos, náusea, heces con sangre o pus	48 hs	Productos de mar, crudos o mal cocidos	n/d	n/d
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Diarrea, calambres abdominales, náusea, vómitos, dolores de cabeza, fiebre	4-96 hs	Productos de mar, crudos o mal cocidos	n/d	n/d
<i>Vibrio vulnificus</i>	Fiebre, náuseas, septicemia en inmuno comprometidos	16 hs	Productos de mar, crudos o mal cocidos	47	18
<i>Vibrio</i> , otros		n/d		5.122	13
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Fiebre, dolor abdominal, diarrea, vómitos	24-48 hs	Carnes, ostras, pescados, leche cruda	86.731	2
Parásitos y Protozoos					
<i>Anisakis simplex</i>	Ardor en garganta, vómitos o tos con el verme, dolor abdominal, náusea	1 h - 2 semanas	Productos de mar crudos o mal cocidos	n/d	n/d

Referencia: Adaptado de IFT (2002).

Tabla 2. Enfermedades Transmitidas por Alimentos En EEUU. Incluye Prevalencia Anual Estimada. Continuación.

Microorganismos	Sintoma Principal	Incubación	Fuente potencial de Contaminación	Enfermos	dece sos
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Eliminación del parásito, dolores abdominales leves, vómitos, neumonitis	n/d	Vegetales de hoja, irrigados con aguas contaminadas	n/d	n/d
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Diarrea acuosa severa; tos, fiebre; dolores intestinales; enfermedad tráquea y pulmonar	1-12 días	Alimentos contaminados con heces de animales o de manipulador	30.000	7
<i>Cyclospora cayentanensis</i>	Diarrea acuosa; pérdida de apetito; calambres estomacales; vómitos, dolores musculares	1 semana	Alimentos o aguas contaminadas con heces	14.638	0
<i>Giardia lamblia</i>	Diarrea, dolor abdominal, pérdida de peso, mala alimentación	1 semana	Alimentos contaminados, vía manipuladores de alimentos	200.000	1
<i>Taenia</i> spp.	Eliminación de proglótidos, dolor anal, dolor abdominal, náuseas, debilidad, pérdida de peso, dolores intestinales	n/d	Carne cruda insuficientemente cocida	n/d	n/d
<i>Toxoplasma gondii</i>	Sintomas similares a gripe; inflamación de ganglios, dolores musculares	10-23 días	Carnes crudas o mal cocidas, especialmente, cerdo, cabra, venado	112.500	375
<i>Trichinella spiralis</i>	Dolores intestinales severos; náuseas; vómitos; dolor muscular; dificultad para respirar; hinchazón del cuerpo, afecciones virales	3-14 días	Cerdo crudo o mal cocido; carnes salvajes	52	0
Virus					
Hepatitis A	Fiebre, anorexia; náuseas; dolor abdominal	10-50 días	Productos de mar, ensaladas, contaminados vía agua o manipulados	4.170	4
Norwalk virus tipo	Náuseas, vómitos, fiebre leve, diarrea, dolor abdominal	24-48 hs	Productos de mar, ingredientes de ensaladas, contaminados vía agua o manipulados	9.200.000	124
Rotavirus	Vómitos; diarrea acuosa; fiebre; bebés y niños	1-3 días	Alimentos contaminados vía contaminación fecal por manipuladores	39.000	0

Referencia: Adaptado de IFT (2002).

Tabla 3. Normas Voluntarias y Obligatorias de Aplicación en el Comercio Internacional de Agroalimentos

PRODUCTO	NORMAS VOLUNTARIAS	NORMAS OBLIGATORIAS
ALIMENTOS PROCESADOS	Comercio Justo. Producción Orgánica. ISO (9000/14000/22000). BPM BRC. Protocolos éticos. Denominación de Origen, Identificación Geográfica.	Etiquetado. Identificación OGM. Trazabilidad. BPM. Protocolo FDA Bioterrorismo (USA). HACCP.
CARNES (Primario e Industrial)	EUREP-GAP (en el futuro próximo). SQF 1000/2000 BRC. Producción Orgánica. ISO (9000/14000/22000). Denominación de Origen. Identificación Geográfica.	HACCP. BPA. BPM. Trazabilidad. Sanidad Certificada.
CEREALES Y OLEAGINOSAS (Primario e Industrial)	Producción Orgánica. ISO (9000/14000/22000). BPM GMP 13. Depósito OK.	Etiquetado. Identificación Preservada. OGM. Trazabilidad. BPA (residuos). BPM. Sanidad Certificada. Protocolo FDA Bioterrorismo (USA).
FRUTA (Primario e Industrial)	Comercio Justo (tropicales y otros). Protocolos éticos. EUREP-GAP. SQF 1000/2000. Producción Orgánica. ISO (9000/14000/22000). Denominación de Origen. Identificación Geográfica. Depósito OK.	Trazabilidad. Sistema de Producción Integrado de Frutas. BPA – BPM. Sanidad Certificada (Cancrosis por ej. en cítricos). Protocolo FDA Bioterrorismo (USA). HACCP (Jugos).

Referencia: Foro Cad. Agroind. Arg. 2005.

Tabla 4. Evolución de los Sistemas de Calidad

Sistema	Objetivo	Actividades	Aplicabilidad	Naturaleza
Inspección	Conformidad del producto separando los productos conformes de los productos no conformes	Controles/mediciones visuales, después ensayos e informe sobre los resultados	Generalmente, actividades relacionadas con la producción, tales como el control de las mercancías a su llegada, del producto final o en proceso, control previo al envío, etc.	Detección a posteriori
Control de la calidad	Conformidad del producto mediante la eliminación de las causas de productos no conformes	Inspección seguida por la valoración de los resultados y retroalimentación al proceso que está siendo controlado	Como más arriba	Detección y corrección durante el proceso o fuera de él
Aseguramiento de la calidad	Generar confianza en la conformidad del producto	Comprende todas las actividades de gestión de la calidad, más un sistema de la calidad documentado y auditorías de la calidad	Todas las funciones de la empresa desde el diseño hasta el servicio posventa	Prevención
Gestión de la calidad	Mejora continua de la conformidad del producto	Mejora continua de los procesos además de todas las actividades de aseguramiento de la calidad	Como más arriba	Prevención mejora

Referencia: Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC, CERA, INTI. 2004.

Tabla 5. Principales factores asociados en la ecología microbiana de alimentos

Intrínsecos	pH
	Actividad de agua (a_w)
	Potencial Redox (Eh)
	Nutrientes
	Viscosidad
	Microestructura
	Antimicrobianos naturales
Procesamiento	Temperatura (Pasteurización y Esterilización)
	Radiación gamma (Radiación ionizante)
	Presión (Altas presiones)
	Aditivos antimicrobianos (ácidos orgánicos, nitritos, etc.)
	Envasado (Vacío, Atmósferas modificadas)
Extrínsecos	Temperatura de almacenamiento (Refrigeración)
	Atmósfera gaseosa ambiental
	Humedad ambiental
Implícitos	Microorganismo (Fisiología, injuria)
	Flora natural (Competencia, sinergismo)

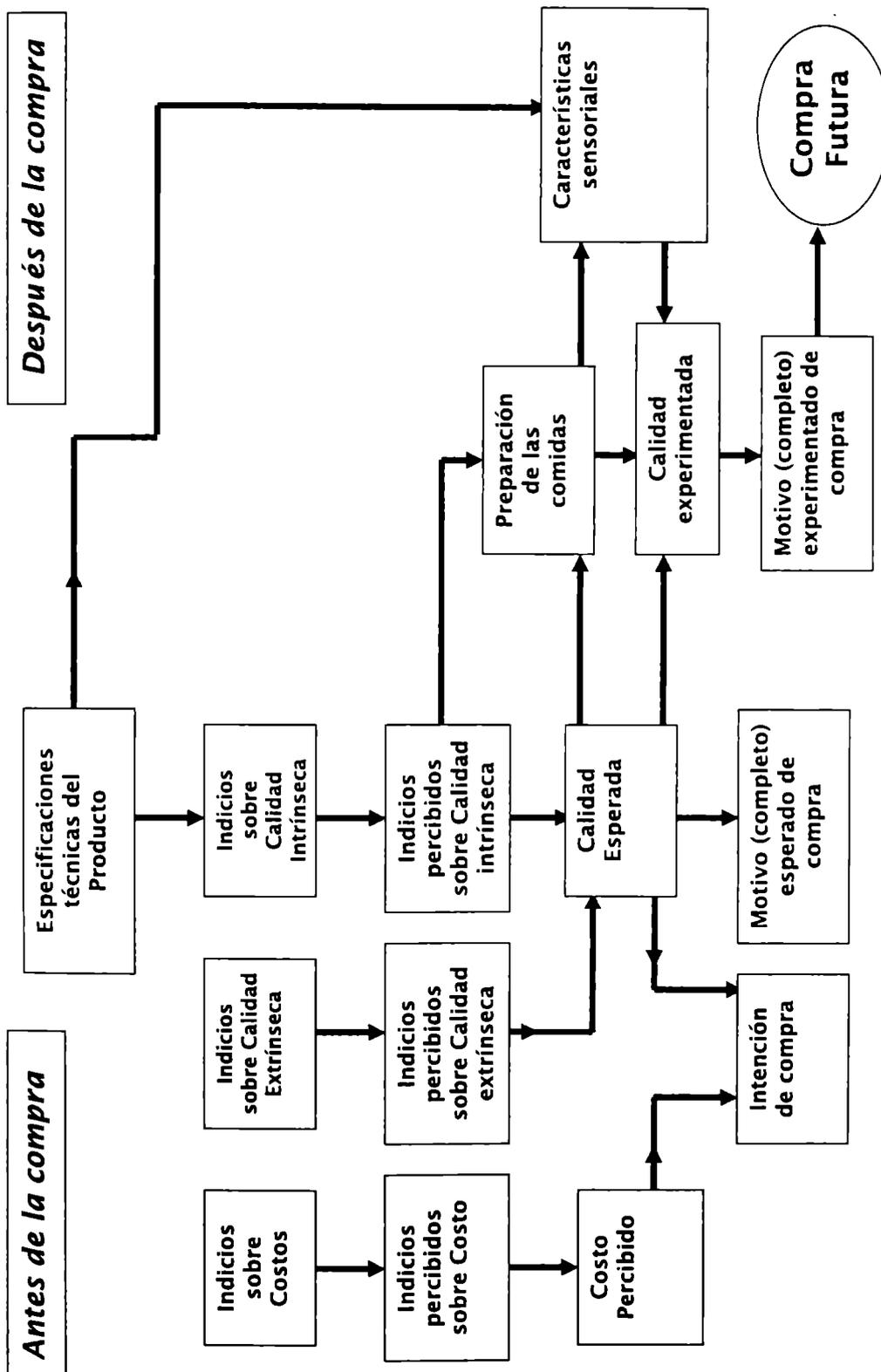
Referencia: Adaptado de Masana y Rodríguez (2006)

Tabla 6. Daño bacteriano por factores de preservación de alimentos y sus principales mecanismos homeostáticos

Factor	Efecto	Mecanismo Homeostático
Descenso de a_w	Pérdida de agua	Acumulación de solutos compatibles Alteración de composición lipídica de las membranas
Bajo pH (ácidos fuertes)	Desnaturalización de enzimas Ruptura de membrana	Control del transporte de iones a través de la membrana Síntesis de compuestos buffer
Bajo pH (ácidos lipofílicos débiles)	Desnaturalización de enzimas Efecto ión específico	Aumento de actividad de la bomba de H^+ ATPasa dependiente Síntesis de compuestos buffer
Baja temperatura	Descenso de tasa metabólica Alteración en el transporte e incorporación de sustratos	Cambios de composición lipídica de las membranas
Altas temperaturas	Inactivación enzimática Ruptura de ADN	Generación de proteínas termoresistentes Reparación enzimática del ADN
Radiación ionizante	Ruptura del ADN	Reparación enzimática del ADN

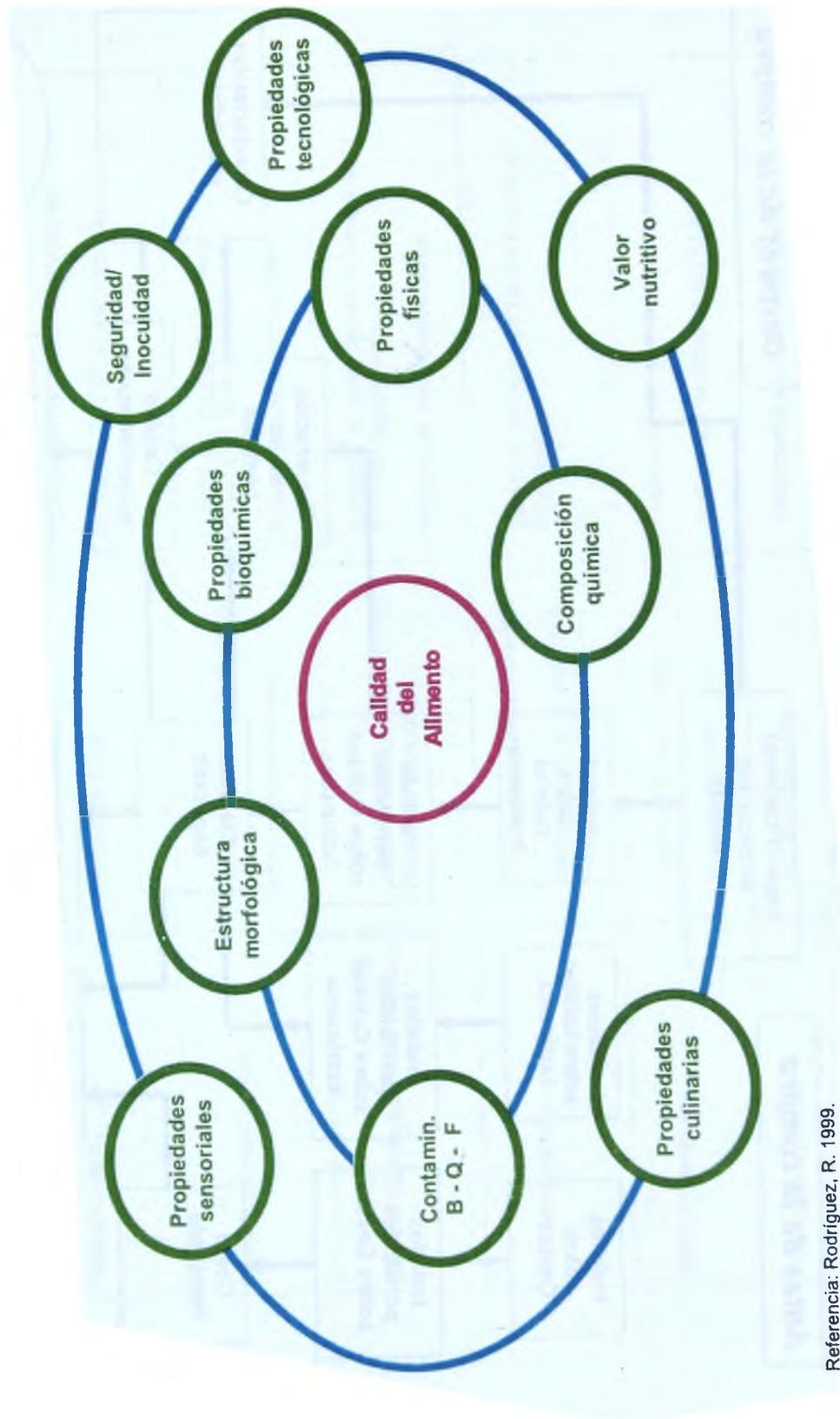
Referencia: Adaptado de Masana y Rodríguez, 2006.

Figura 1. Modelo de Calidad Total de Alimentos



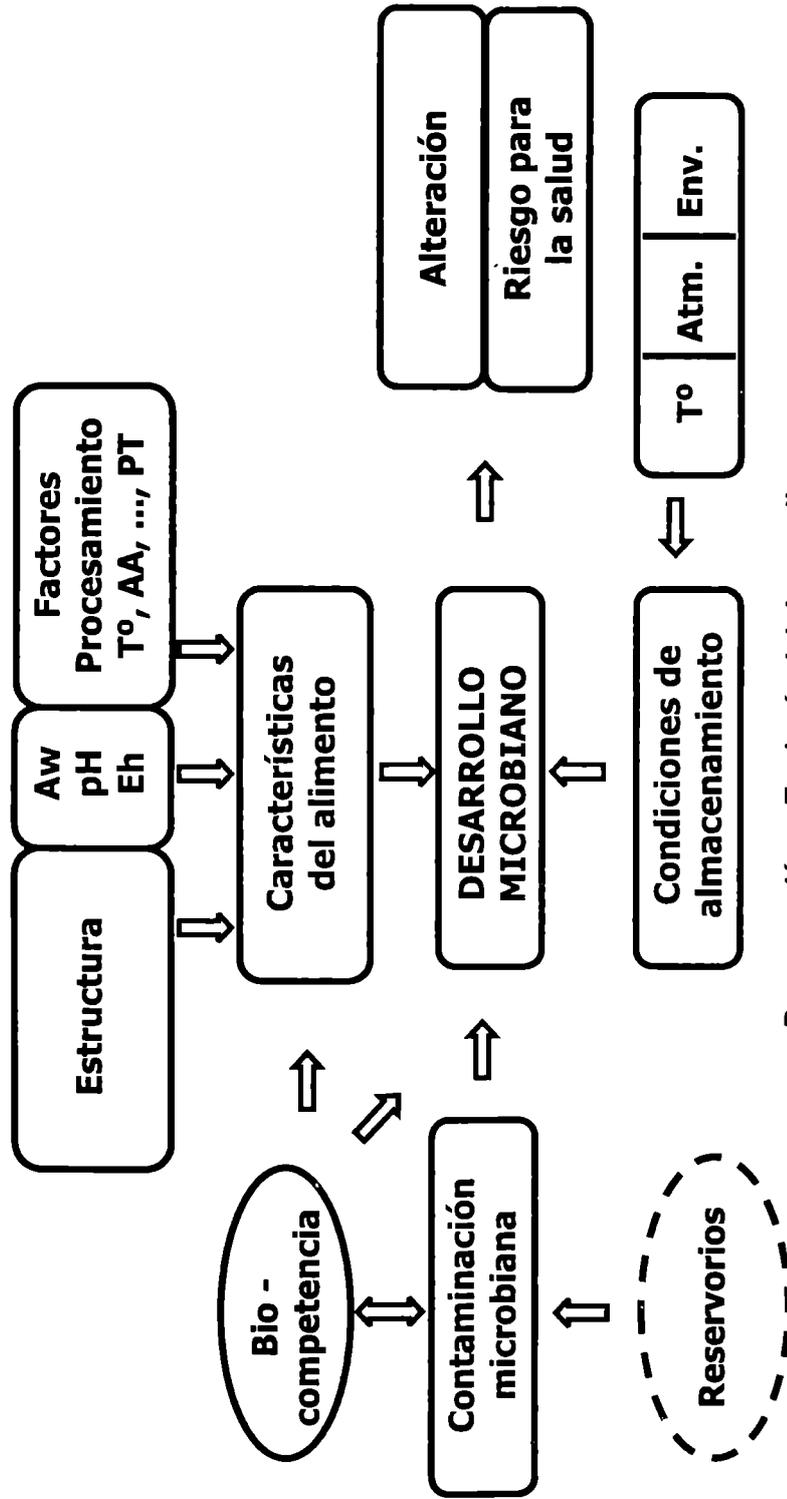
Referencia: Adaptado de Grunet, et al. 1996.

Figura 2. Atributos de Calidad de Alimento



Referencia: Rodríguez, R. 1999.

Figura 3. Ecología Microbiana en Alimentos

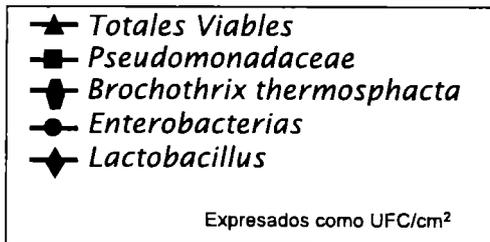
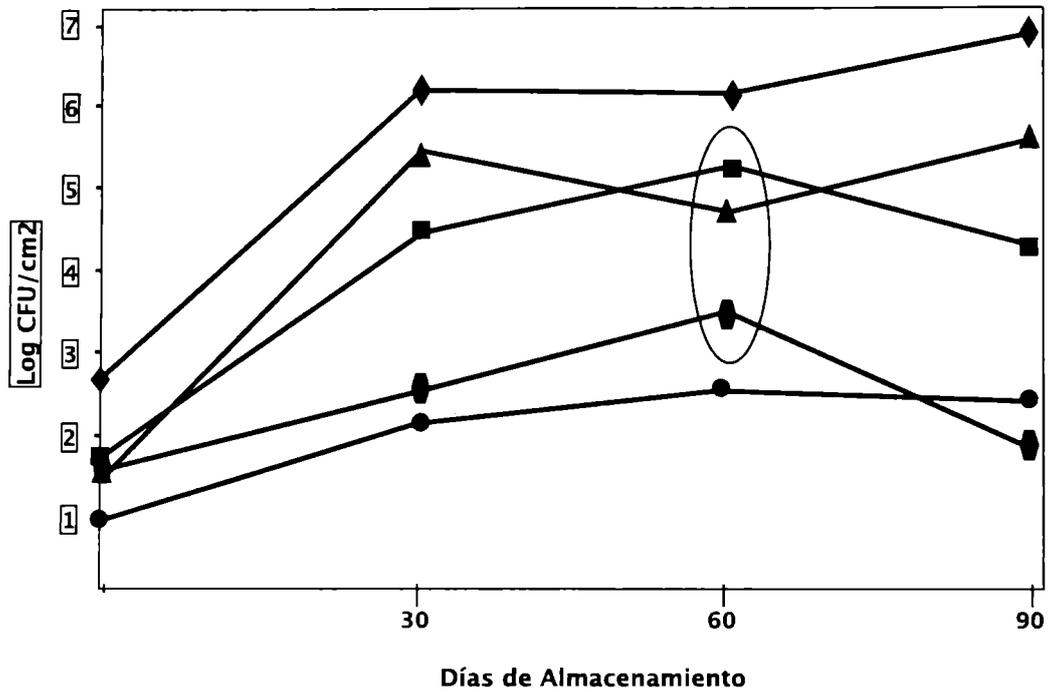


Preservación = Ecología del desarrollo cero

Abreviaturas: Aw, actividad de agua. Eh, potencial redox. T°, temperatura. AA, agente antimicrobiano. PT, proceso térmico. Atm., atmósfera de envasado. Env., película con la que se envasa.

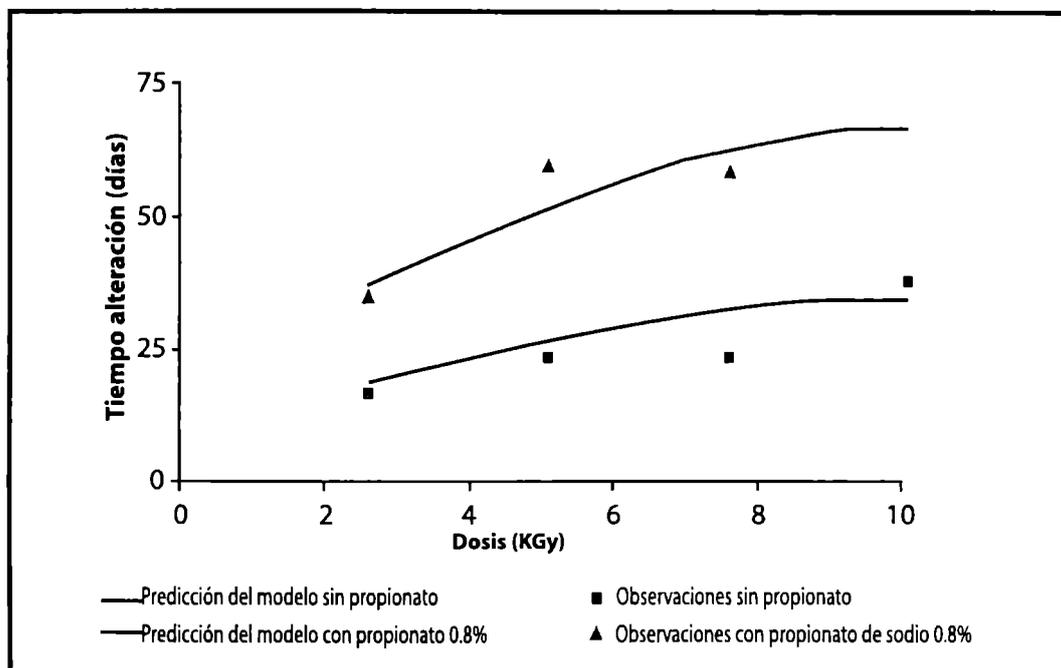
Referencia: Rodríguez, R. 1999.

Figura 4. Evolución de la carga microbiana: Carne refrigerada envasada al vacío



Referencia: Rodríguez et al, 2000.

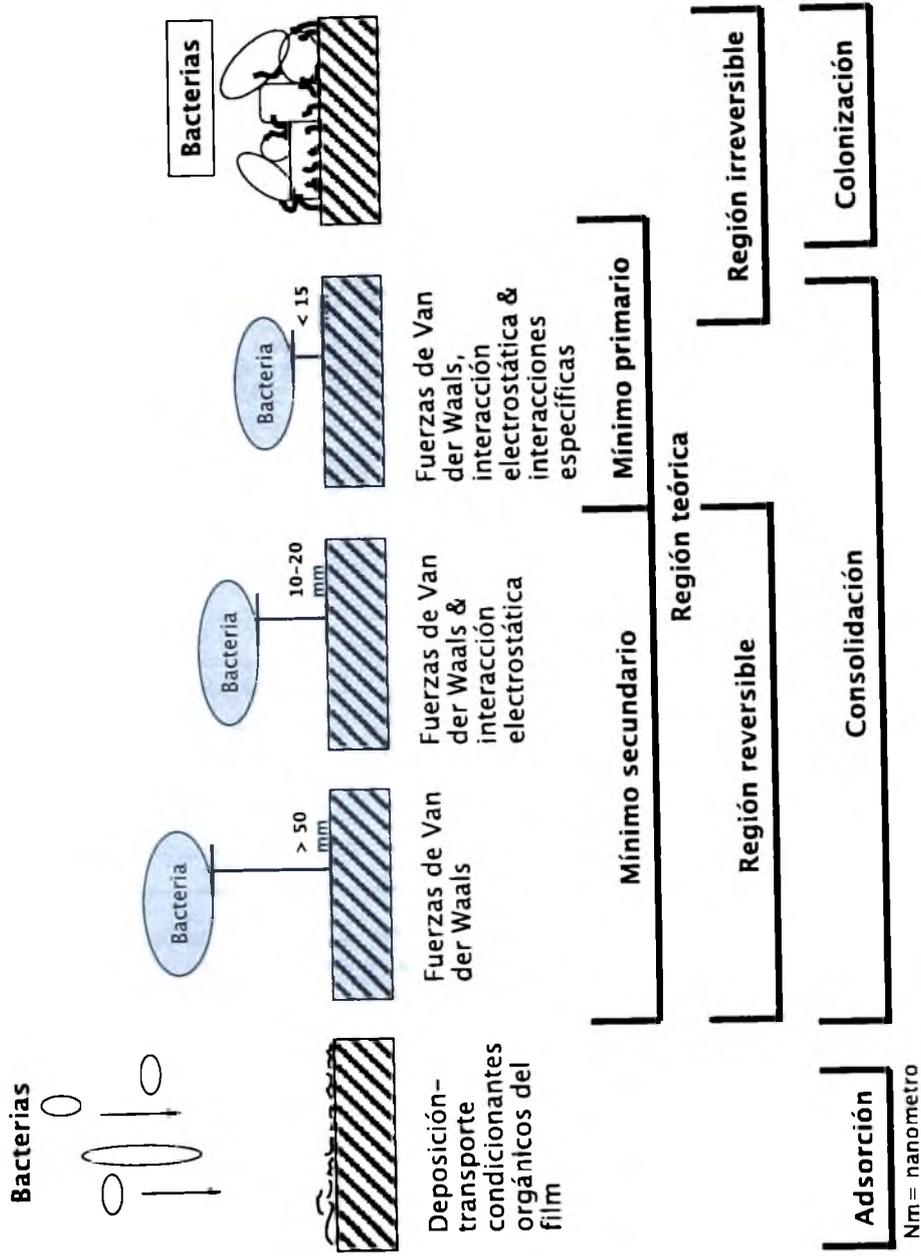
Figura 5. Propionato de sodio y desarrollo de *Clostridium botulinum*



Observaciones y modelo para el tiempo de detección de alteración. Efecto de la dosis de irradiación y de la concentración de propionato de sodio en el tiempo de alteración

Referencia: Suárez Rebollo et al, 1997

Figura 6. Adherencia: Formación de biofilms – Mecanismo teórico.



Referencia: Rodríguez, H. R. 1993.

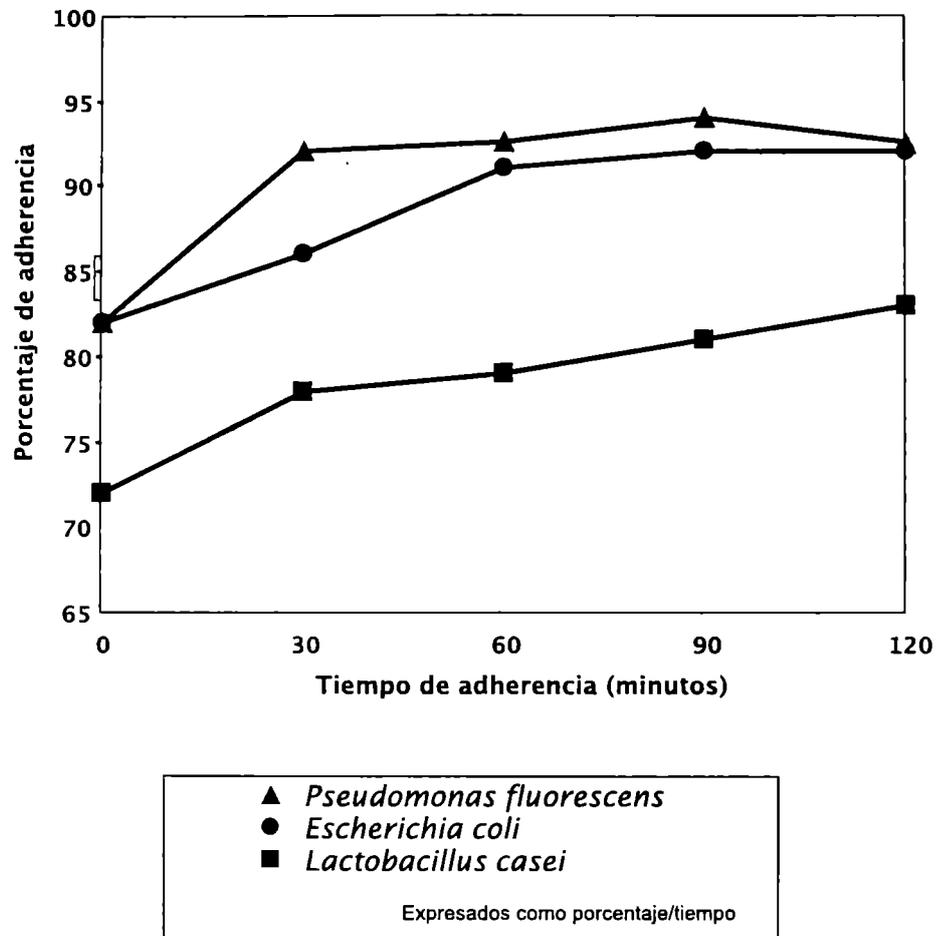
Figura 7. Adherencia de *Lactobacillus casei* sobre músculo bovino SEM 37000x



SEM 37000x

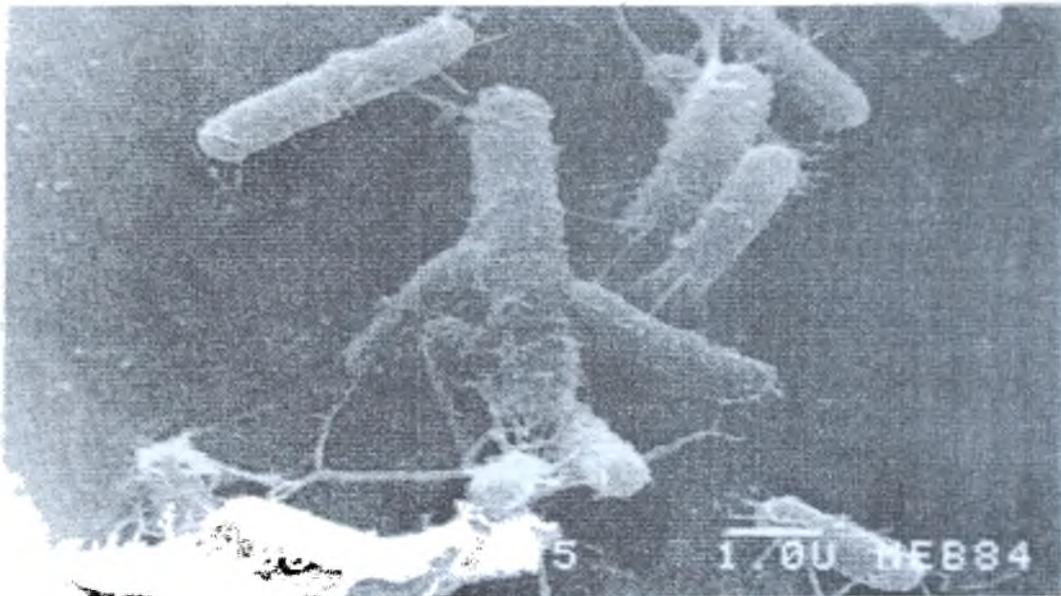
Referencia: Rodríguez, R. 1990

Figura 8. Adherencia en carne - Modelo experimental



Referencia: Rodríguez, H. R. 1990

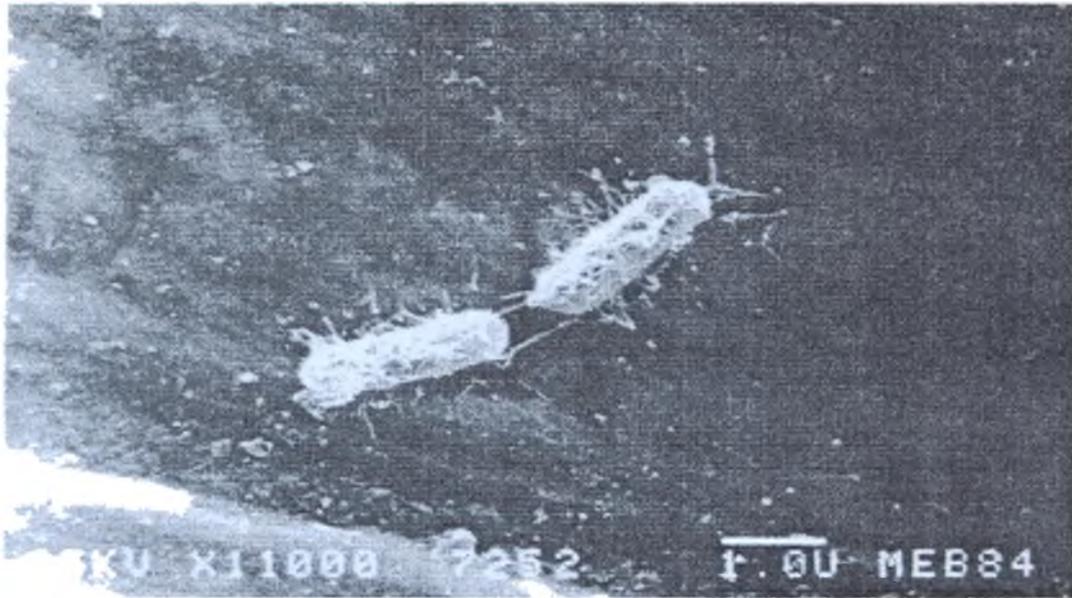
Figura 9. Adherencia de *Escherichia coli* sobre polietileno



SEM 11000x

Referencia: Rodríguez. et al, 1997

Figura 10. Adherencia de *Escherichia coli* sobre acero inoxidable



SEM 11000x

Referencia: Rodríguez. et al, 1997



Academia Nacional
de Agronomía y Veterinaria



Sesión Pública Extraordinaria
8 de junio de 2006

**“Premio FUNDACIÓN ALFREDO MANZULLO
Versión 2005”**

***Calidad Integral de Alimentos y
Ecología Microbiana***

*Dr. H. Ricardo Rodriguez
Centro de Investigación de Agroindustria*

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA



Sala de Consejo Académico. Facultad de Ciencias Veterinarias.
Universidad Nacional de La Plata

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA





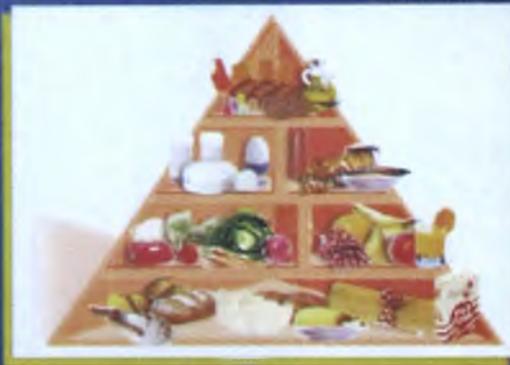
Alfredo Manzuolo
Médico Veterinario. 1909-1999

Temas de Zoonosis III. Asociación Argentina de Zoonosis, pag. 26 Buenos Aires, 2006

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA



Alimento



"Toda sustancia natural o elaborada, que posea componentes energéticos y nutritivos para el organismo, con cualidades sensoriales que satisfagan los sentidos, tengan o no valor nutritivo y que además, puedan saciar el apetito, constituyendo un estímulo psico-físico, con significado emocional, actuando como factor de integración social"

Aspectos de Salud

Calidad

Comercialización

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA



Calidad de Alimentos

Producción masiva



Atributos con requerimientos mínimos, algunos indefinidos

Referencia: Perceál, N. 2001

Producción diferenciada



Atributos diferenciales, definidos

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA



Producción de Alimentos: Tendencias

- ⊙ Intensidad de uso de las tierras
- ⊙ Factores climáticos
- ⊙ Eficiencia tecnoeconómica del uso de los recursos
- ⊙ Dimensión social y los mercados

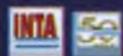
Necesidad de proveerlos sostenidamente

ALIMENTO

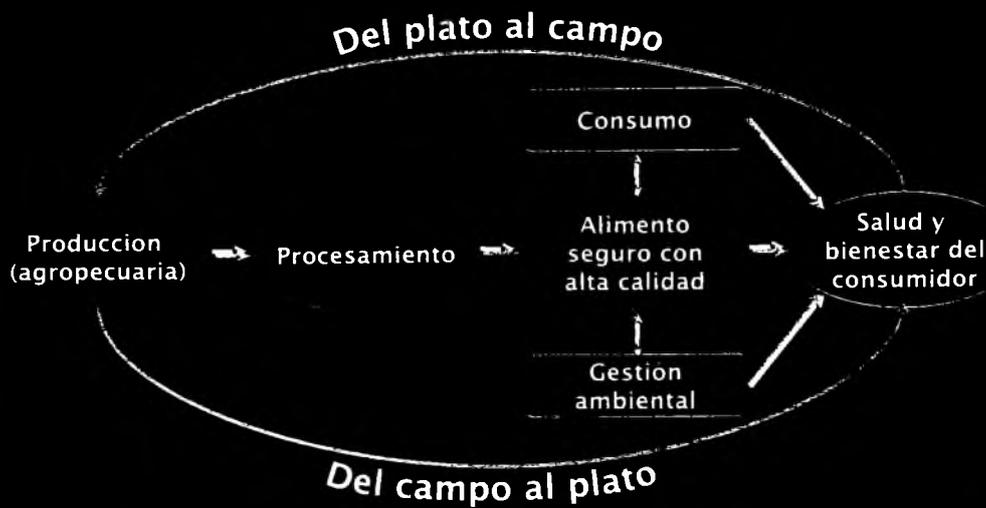
Necesidad de procesos sustentables

Referencia: Adaptado de Perceál, N. 2004

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA



“Cadena Alimentaria Reversa”



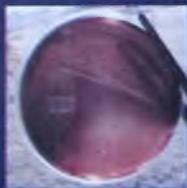
Referencia: Adaptado de Zayas et al. 2012

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA



Para qué Entender la Ecología Microbiana

“Desarrollo de modelos matemáticos para la predicción de la respuesta microbiana en alimentos”

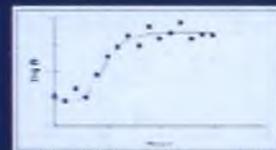


¿PORQUÉ?

- Permite estimaciones cuantitativas a priori, del impacto de modificaciones productivas.
- Disminuye la necesidad de ensayos particulares de validación.
- Disminuye costos de desarrollo - nuevos productos.

¿PARA QUÉ?

- Disminuir los riesgos de ETA
- Optimizar la vida útil de los alimentos
- Adaptarse a los cambios tecnológicos
- Diseñar procesos más seguros - HACCP



Referencia: Adaptado de INTA. Documento Estratégico AETA, 2005

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA





Escherichia coli sobre Esponja de Poliuretano
SEM 10000x

Referencia: Rodriguez, R. et al., 1997

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA



Pseudomonas fluorescens sobre músculo bovino
SEM 14000x

Referencia: Rodriguez, R., 1990

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA



Microorganismos Alteradores de Carne en Cuero Bovino Log UFC/cm²

Viables Totales	Psicrótrofos	Enterobacterias	<i>Brochothrix thermosphacta</i>
7.01	3.48	2.65	3.72
	3.70 (I)		
	2,92 (V)		

Referencia: Rodriguez, H. R. y Rivelli, S. 1985



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA



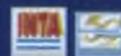
Perfil Bacteriano en Canales Bovinas en Países Seleccionados

País	Tipos de microorganismos (Log UFC/cm ²)		
	Psicrotrófos	Mesófilos	n
Argentina	2.45±0.74	2.06±0.66	230
Australia	2.79±0.75	--	86
Canadá	4.31±0.11	4.22±0.10	40
UE	--	2.99±0.55	60
EEUU	--	2.68±0.02	2089

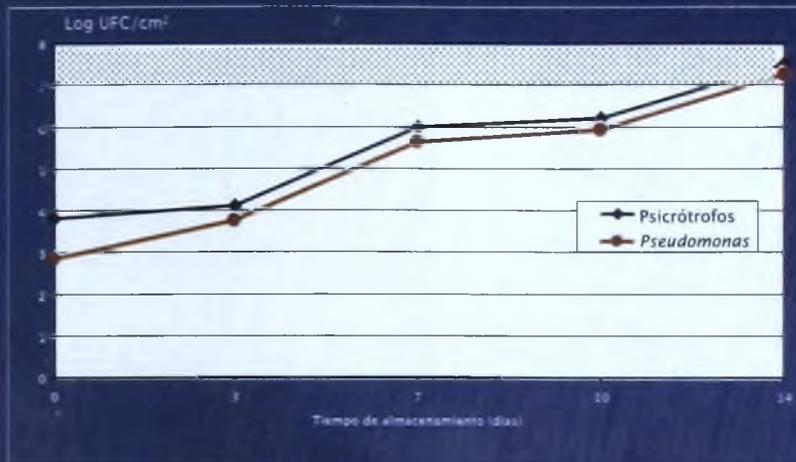
Referencia: Masana, M. y Rodriguez, R. 2006.



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA



Evolución de la Carga Microbiana: Carne Refrigerada



☑ Zona de Alteración

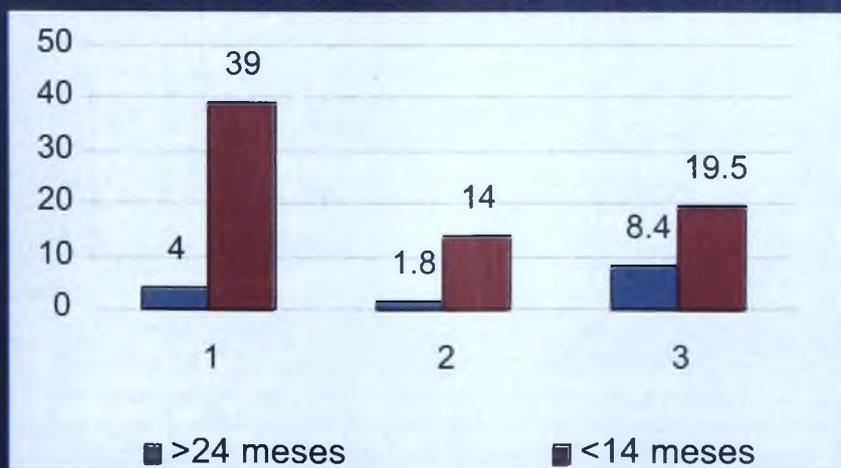
Referencia: Masana, M. y Rodríguez, R. 2006.



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA



Reservorios: Bovinos STEC* Positivos - Influencia de la Edad



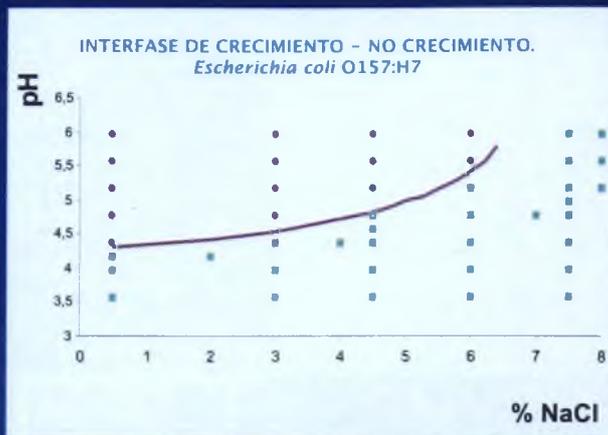
Referencias: 1. Meichtri et al., 2002; 2. Desmarcheller et al., 1997; 3. Wells et al., 1991

* *Escherichia coli* productor de toxina Shiga

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA



Modelo de Regresión Logística - Crecimiento - No Crecimiento *Escherichia coli* O157:H7



Referencia: Del Castillo, L. y col. 2005

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA



Calidad en las Cadenas Agroalimentarias

Tendencia de largo plazo de corte irreversible, apunta a lograr mejoras sustantivas en el producto final que llega a los consumidores

- ✓ Seguridad alimentaria, efectiva y "asegurada"
- ✓ Estándares comprobados y objetivos de calidad
- ✓ Mayor peso de las especificidades de una demanda segmentada

"La oferta enfrentará una nueva demanda que se dirige a sectores específicos y diferenciados de mercado. La tendencia irá consolidándose en el futuro y debiera ser prevista con acciones concretas desde la oferta"

Referencia: PROCISUR, 2002

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA



Calidad en las Cadenas Agroalimentarias

➤ Promover la calidad

- Dando valor agregado a las producciones agrícolas
- Diferenciando los productos en términos de calidad asociada al origen
- Previendo fraudes, adulteraciones e incrementando la seguridad

➤ Producir y procesar de forma alternativa

- Teniendo en cuenta la gestión de los recursos naturales
- Evaluando y evitando/minimizando el impacto negativo de las actividades agrícolas sobre el medio ambiente

Referencia: Adaptado de, INTA Plan Estratégico Institucional 2005-2015

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA



Elaborando jugo de manzana no pasteurizado

Referencia: OSU, Columbus, Ohio, USA - 10

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA



Ecología Microbiana: Qué es necesario conocer/investigar

- *Reservorios*
- *Rutas de transmisión y localización*
- *Dosis infectivas*
- *Requerimientos: T° , pH, A_w , O_2*
- *Resistencias térmica y ácida*
- *Susceptibilidad a AA y desinfectantes*
- *Métodos de preservación/modelos matemáticos*
- *Métodos de inspección/control*

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA



Calidad e Inocuidad: Imperativos de los Mercados

- Calidad: Satisfacción del consumidor
- Consistencia: Pilar fundacional de la calidad
- Diferenciación: Atributos distintivos / mejoradores
- Tecnología: Ayuda a disminuir la variabilidad / controlar procesos. Minimizar impactos negativos. SAC – Herramientas de gestión

“Producir con calidad, buscar la consistencia, encontrar la diferenciación y salir a competir”



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA





de Izq. a derecha, Doctores: R. Meda, H. G. Aramburu, C. Scoppa y R. Rodríguez