

## Avances de la investigación sobre la calidad del huevo

Dr. Ricardo Cepero Briz (\*)

En este artículo se realiza una revisión de las ponencias y de los trabajos científicos más destacados del VI Symposium Europeo de la Calidad del Huevo y Ovoproductos, celebrado en Zaragoza a finales de septiembre de 1995. Con ello procuramos contribuir a la difusión general de los avances de la investigación en estos temas, desde una perspectiva preferentemente aplicativa. Para ello se ha contado con la colaboración, que desde aquí agradecemos, de diversos moderadores de las sesiones científicas, como los Dres. San Gabriel y Sesma -microbiología-, Sr. Alvarez de la Puente y Prof. Buxadé -comercialización y legislación- y los Dres. Scholtyssek -control de calidad-, Oosterwoud -producción y conservación-, Codony -ovoproductos- y Rossi -valor nutricional.

Como resumen global, podemos indicar que en este Symposium destacaron las aportaciones realizadas por los investigadores europeos sobre la influencia de las condiciones de almacenamiento en la calidad del huevo, lo que dio lugar a una extensa discusión sobre la idoneidad de las recientes normativas y propuestas de la Comisión Europea. También fueron especialmente relevantes las sesiones dedicadas a la tecnología de ovoproductos -en las que quedó patente el liderazgo de los norteamericanos en avances tecnológicos y nuevas orientaciones comerciales- y al valor nutritivo del huevo y su modificación. En el ámbito microbiológico y del control de calidad se presentaron

algunas novedades interesantes. En todos estos campos fueron muy destacables las aportaciones procedentes de investigadores españoles.

### Normas de comercialización y legislación

Este tema fue introducido por el Prof. Buxadé, de la Universidad Politécnica de Madrid, con una exposición centrada en la situación del mercado español, en el cual se sigue observando una alarmante reducción del consumo de huevos -actualmente de 210-215 unidades *per capita*, según estimaciones del ponente- y que puede disminuir aún más si el sector no reacciona. Según el ponente, las condiciones actuales del mercado español, caracterizado por una gran atomización de la oferta, una comercialización deficiente y un exceso de producción estructural, no favorecen en absoluto las políticas de calidad a nivel de empresas productoras. A pesar de ello, el Prof. Buxadé consideró imprescindible para la supervivencia del sector el desarrollo de marcas comerciales de calidad certificada y de campañas de información al consumidor para que recobre la confianza en uno de los mejores alimentos que existen y aprenda a manejarlo correctamente.

El Sr. Alvarez de la Puente, de la Comisión Europea, expuso las normas de comercialización vigentes y las previsiones para su modificación. Se proyecta reducir el número de clases de peso y precisar mejor los parámetros que definen la frescura del huevo, incorporando medidas más objetivas, principalmente las unidades Haugh, además de revisar la redacción de los criterios que definen los tipos de explota-

ción alternativos a las baterías, hoy ciertamente confusos.

El Dr. Oosterwoud, del Instituto ID-DLO -antiguo Spelderholt- de Holanda, se encargó precisamente de criticar las normas actuales sobre comercialización de los huevos, afirmando que en su redacción actual no permiten evaluar la calidad de forma completa. La eficacia de las normas depende de la interpretación del concepto de calidad, que, como se apuntó en el debate posterior, incluye un aspecto clave para el consumidor, como es la seguridad del producto, y también otras características más subjetivas, como su presentación. La definición legal de la calidad de los huevos debería adaptarse a la propia evolución de la demanda, teniendo en cuenta datos sobre la percepción y el grado de satisfacción de los consumidores actuales sobre aspectos como el grado de frescura, el color de la cáscara y de la yema y el tamaño del huevo, tema sobre el cual se han realizado muy pocos estudios serios en Europa.

El ponente también criticó, de acuerdo con los datos experimentales más recientes y con la ya dilatada experiencia norte-

(\*) Dirección del autor: Departamento de producción Animal y ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza.



americana, la vigencia de la prohibición del lavado y aceitado de los huevos y la peor clasificación que se otorga a los huevos refrigerados, mostrando los resultados positivos de estos tratamientos para mantener prácticamente constante la calidad interna del huevo e incrementar su seguridad desde el punto de vista microbiológico. La conveniencia o no de la cadena de frío en la comercialización del huevo se discutió por tanto intensamente una vez más, como ocurriría posteriormente en una sesión científica casi monográfica.

Sin embargo, hubo pleno consenso en dos cuestiones: La implantación de la exigencia de la refrigeración del huevo en el almacén de clasificación y transporte no es útil si no se continúa en la comercialización posterior, especialmente en los países cálidos; y, en segundo lugar, que en los momentos actuales las mayores resistencias a la conservación del huevo en refrigeración se encuentran precisamente en el sector de la distribución, debido a los costes que implicaría -algunas grandes cadenas europeas han anunciado que en tal caso dejarían de vender huevos-. Por esta razón algunos países, como el Reino Unido, proponen en su lugar la implantación de un código de «buenas prácticas higiénicas» para los distintos niveles de comercialización, fijando una temperatura máxima de conservación de 15 °C.

Para cerrar este apartado reseñamos la interesante conferencia de D. José M<sup>a</sup> Hernández, de Productos Roche, sobre los distintos requisitos de pigmentación para la comercialización del huevo de mesa y el industrial. Mientras que para el primero es necesario en muchos países alcanzar niveles superiores al 11-12 en la escala de Roche, lo que sólo se consigue con la adición de xantofilas rojas, ésta no es recomendable para los huevos destinados a la industria, dado que en tal caso muchos procesos de elaboración pueden dar lugar a coloraciones anormales. Por el contrario resulta esencial alcanzar un nivel más elevado de xantofilas amarillas que en el huevo de consumo directo.

### Técnicas de evaluación de la calidad del huevo

Para resumir el estado de la cuestión se

contó con la presencia del Dr. Overfield, del Reino Unido, uno de los especialistas de más amplia experiencia en este campo. El ponente destacó los progresos técnicos recientemente aplicados al miraje de huevos durante la clasificación, como la identificación de huevos fisurados por ultrasonidos, o, muy pronto, por análisis de imagen, y su retirada automática, lo que permite al operario concentrar su atención en otros tipos de defectos. Se destacó el papel complementario en el control de calidad de las técnicas de labo-

cáscara puede ser el método con mayor futuro, pues se ha desarrollado un dispositivo electrónico, adaptable a un equipo modular disponible en el mercado, que permite obtener datos a bajo costo y con suma rapidez; en estos momentos se está comprobando su fiabilidad para predecir niveles de roturas a nivel de campo. El ponente destacó la utilidad de dicho equipo modular para medir otras características como la calidad del albumen, el color de la yema y el color de la cáscara, y aportó los estándares establecidos en el

**Tabla 1. Parámetros de calidad del huevo basadas en muestras de 30 huevos por manada (\*).**

Parámetros	Color cáscara, % reflectancia		Densidad cáscara, mg/cm <sup>2</sup>		Calidad albumen, Unid. Haugh		Color yema, abanico Roche	
	20/30	60/70	20/30	60/70	20/30	60/70	20/30	60/70
Edad, semanas	20/30	60/70	20/30	60/70	20/30	60/70	20/30	60/70
Media	32	38	82	79	90	72	11	11
Coef. variación	17,5	17,6	5,8	9,7	6,9	15,6	7,3	7,3

(\*) Overfield, 1995

torio. Durante muchos años estas técnicas han estado limitadas a un papel de apoyo en el desarrollo de trabajos de investigación, pero hoy ya se dispone de equipos de medición fiables y de fácil manejo que hacen posible desarrollar aplicaciones prácticas para resolver problemas a nivel de campo.

En primer lugar se trató la problemática de la medida de la calidad de la cáscara. Como es sabido, se han utilizado muchos métodos, directos e indirectos, para evaluar su resistencia a la rotura, pero la mayoría de ellos presenta inconvenientes: grandes posibilidades de error humano, insuficiente capacidad de predicción del nivel de roturas en el campo, o bien excesivo tiempo y coste del análisis.

El Dr. Overfield consideró como los más prácticos la medida del espesor de la cáscara y de su densidad -relación entre su peso y su superficie, calculada a partir del peso del huevo-; su punto débil es que no tienen suficientemente en cuenta el peso del huevo para interpretar los resultados y predecir el posible nivel de roturas. En su opinión, la medida de resistencia a la deformación y/o a la rotura de la

Reino Unido para las mismas tras varios años de mediciones sistemáticas -Tabla 1-. Se destacó la importancia del tamaño de muestra, de 30 a 60 huevos por manada, según la edad de la gallina, para obtener datos fiables, y se recomendó un sistema de control de calidad integrado en cada etapa del proceso de comercialización, con cuyos resultados, diferenciados por grupos -estirpes, edades, manejo, etc-, los avicultores podrían constituir una base de datos, para llegar a sus propias conclusiones.

Los Dres. Coucke y col., de Bélgica, presentaron un nuevo método, aplicable a la detección automática de roturas, y que ayuda a encontrar las zonas débiles de la compleja estructura de la cáscara. El huevo se somete a un impacto no destructivo y reacciona con una oscilación de amortiguación. Midiendo la respuesta de vibración del huevo en todas sus posiciones se podría predecir el riesgo de rotura hasta un 95%.

La sesión "poster" dio una buena perspectiva de las investigaciones que se llevan a cabo en este momento en diferentes Centros. El Dr. Awadé, de Rennes,



# IBERTEC

Ibérica de Tecnología Avícola, S.A.

## *Las cuatro bases para Su Éxito*

- *La Compañía*
- *El Producto*
- *La Genética*
- *El Servicio*

Ibérica de Tecnología Avícola, S.A.

C/Hernando Acuña, 34

Tlf. 983 37 62 26 Fax 983 37 62 98

47014 Valladolid, España

### La Compañía

Ibertec, dedicada exclusivamente a la producción de pollitas ponedoras de alto rendimiento, es líder del mercado nacional por la garantía y confianza que ofrecen su organización y sus productos.



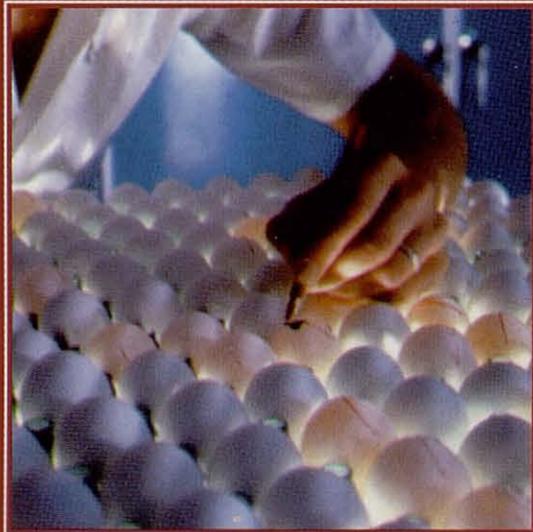
### El Producto

La **calidad** orienta todos los esfuerzos de Ibertec. Para garantizar los mejores resultados, sus pollitas son producidas por personal especializado, bajo rigurosas normas de sanidad, nutrición y manejo.



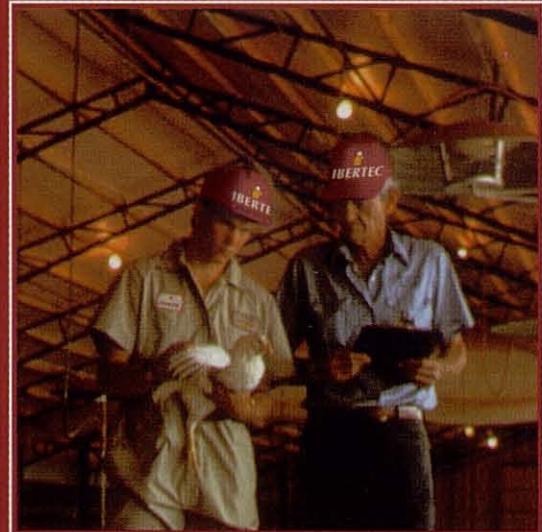
### La Genética

Ibertec, gracias al constante esfuerzo realizado por los genetistas de Lohmann y Hy-Line, ofrece las **estirpes** que mejor se adaptan a las exigencias del mercado español.



### El Servicio

Ibertec le ofrece toda su experiencia y conocimiento con los medios más avanzados. Sus Técnicos y Vendedores garantizan un **asesoramiento** de toda confianza y un servicio personalizado.



#### LOHMANN MORENA

Gran tamaño del huevo  
 Cáscara resistente toda la puesta  
 Color marrón intenso y uniforme  
 Pico de puesta y persistencia  
 extraordinarios  
 Conversión alimenticia sobresaliente

#### HY-LINE BLANCA

Índice de conversión inigualable  
 Mortalidad mínima  
 Gran persistencia y pico de puesta  
 Consumos bajísimos  
 Calidad de cáscara y tamaño  
 de huevo excelentes

presentó un interesante estudio comparativo de los métodos cromatográficos para el aislamiento de las proteínas de la clara del huevo, proponiendo las técnicas de HPLC de fase inversa como las más exactas para este fin. Científicos polacos hallaron una relación entre la pigmentación de la cáscara de los huevos de reproductoras pesadas y los índices de fertilidad y de incubabilidad, obteniendo los mejores resultados con valores de reflectancia entre 36 y 40%. Por otra parte grupos de las Universidades de Glasgow y Hohenheim presentaron sus respectivas propuestas de sistemas completos para el control de calidad del huevo.

### Estructura y formación de la cáscara

Hacemos aquí también una breve reseña de la sesión monográfica dedicada a estos temas. En los últimos años el estudio de la ultraestructura de la cáscara por microscopía electrónica de exploración está ganando adeptos. Aunque esta técnica es muy complicada y costosa para su

rotura por compresión cuasiestática, pues una muestra de huevos dañados tuvo mejor resultado que los intactos, debido a sus mejores características a nivel estructural, por lo que recomienda analizar la estructura de la cáscara a nivel de investigación. Los australianos presentaron un completo estudio descriptivo sobre las alteraciones estructurales producidas por diversas circunstancias negativas -bajo nivel de calcio, calor, micotoxinas, etc.- y por tratamientos favorables -muda forzada, suministro de agua fría, etc.-. No se observó ningún cambio con la adición de bicarbonato sódico.

Por otra parte, tanto el ponente chileno, Dr. Arias, como el Dr. Nys, de INRA Nouzilly, dedicaron sus intervenciones a exponer sus nuevos descubrimientos sobre la presencia en el fluido uterino de precursores de la matriz de la cáscara y sobre los primeros estadios de la formación de la misma, más situados por el momento en el campo de la ciencia básica.



**Tabla 2. Contenido en colesterol de los huevos de varias líneas puras de ponedoras (\*).**

Línea	Tipo de de cáscara	Peso del huevo, g	Yema, %	Colesterol, mg/ g de yema	Colesterol, mg/g de huevo
1	blanca	50,9	25,2	14,5	185
2	blanca	52,0	25,0	14,2	184
3	blanca	50,9	24,0	14,5	177
4	blanca	50,8	25,0	14,3	181
5	blanca	51,9	23,8	14,1	174
6	blanca	55,3	24,7	13,6	185
7	blanca	52,8	24,4	14,2	183
8	blanca	54,6	23,5	15,2	195
9	marrón	56,9	22,7	14,2	183

(\*) Arthur, 1995

aplicación en el control de calidad, ayuda a comprender porqué otras técnicas de evaluación más simples no funcionan bien, o los motivos de la distinta eficacia de los tratamientos para disminuir las roturas, además de ser muy útil en la selección genética para mejorar este problema. Así, un grupo de la Universidad de Hohenheim demostró la escasa utilidad de la evaluación de la resistencia a la

### Influencia de los factores de producción

En este apartado incluimos también los trabajos presentados a la sesión E4. Por lo tanto, aquí expondremos lo tratado sobre la influencia de la genética, la nutrición y el manejo sobre las distintas características de calidad del huevo.

- **Genética.** El Dr. Arthur, de Hy-Line International, fue el encargado de revisar los aspectos genéticos de la calidad del huevo. Las heredabilidades y correlaciones calculadas aportan pruebas de que, a pesar de una larga historia de selección, todavía subsiste una sustancial variación genética dentro de las poblaciones estudiadas para la mayoría de los caracteres, por lo que aún hay amplias posibilidades de mejorar genéticamente la calidad del huevo; salvo para el contenido en colesterol de la yema, que es muy parecido en todas las líneas a pesar de sus importantes diferencias en cuanto al tamaño de huevo -Tabla 2-. La intensa selección para la mejora de la tasa de puesta no tiene ninguna repercusión negativa de importancia sobre ningún carácter de calidad, excepto en el tamaño del huevo, por lo que se mantiene una gran atención a la mejora simultánea de ambos parámetros.

Otra aportación reseñable relacionada con la genética fue la de Romanov, de Ucrania, que estudió la relación entre el color de la cáscara y los parámetros productivos en dos líneas de Hisex Brown, resultando cáscaras menos pigmentadas en la línea que obtuvo mejores resultados en número y peso de los huevos producidos, por lo que el autor sugiere que la capacidad de producir los pigmentos de la cáscara se halla genéticamente limitada.

- **Nutrición.** Pocas novedades se aportaron en este campo tan fundamental. La ponencia de revisión estuvo a cargo del Dr. Nys, de la Estación Avícola Experimental de Nouzilly, que expuso la amplia gama de recursos que se han ensayado para combatir los efectos perjudiciales de las altas temperaturas sobre la calidad de la cáscara, a causa de la reducción de consumo de pienso y, en mayor medida, de las alteraciones metabólicas producidas por el estrés de calor. Se concluyó que el incremento del nivel de calcio tiene un efecto muy escaso, que las consecuencias de la disminución del consumo se combaten mejor a través de la alimentación cálcica separada y que el empleo de dietas altas en grasa -más del 6%- no perjudica la calidad de la cáscara. Con independencia de la temperatura, la resistencia a la rotura mejora con la disminución de los niveles de fósforo, pero en condiciones de calor no se aconseja un

porcentaje de P disponible inferior al 0,25%.

El balance electrolítico -Na, Cl, K- o la adición de bicarbonato tienen poco efecto sobre la calidad de la cáscara, pero el uso de agua carbonatada podría ser de utilidad. Sin embargo las zeolitas sódicas, con alta capacidad de intercambio iónico, ha demostrado efectos positivos en la mayoría de las pruebas -ello se confirmaba en un estudio polaco presentado a esta sesión-, pero la solubilidad a nivel intestinal del aluminio y el sílice que contienen puede ser problemática.

Recientemente está aumentando el interés en la pigmentación de la yema mediante productos obtenidos de fuentes naturales. En consecuencia, se presentaron varios trabajos que estudiaban la eficacia pigmentante de varios aditivos procedentes de materias pigmentantes naturales, como ciertas hierbas australianas, concentrados de alfalfa o una oleoresina extraída del pimentón, con resultados variables, pero más alentadores que hace unos años. Otro estudio de cierto interés, realizado en Ucrania, describe las alteraciones de la calidad interna producidas por las toxinas del hongo *Fusarium graminearum*.

-*Manejo*. La Dra. Solomon, de la Facultad de Veterinaria de Glasgow, resumió los resultados de dos años de experimentación sobre la influencia del sistema de producción en la calidad de la cáscara. Esta es claramente inferior en los huevos producidos por las ponedoras alojadas en tres sistemas alternativos que en las alojadas en baterías. Se estudió la estructura de la capa mamilar en relación a la probabilidad de presentar roturas, y su capacidad de impedir el paso de *Salmonella enteritidis*. La mejor estructura y fortaleza de la cáscara se encontró en los huevos producidos en batería. Los huevos obtenidos en un sistema de aviario -con 25 aves/m<sup>2</sup>- fueron superiores a este respecto que los producidos por aves en libertad -1 ave/m<sup>2</sup>- y cama profunda -7 aves/m<sup>2</sup>.

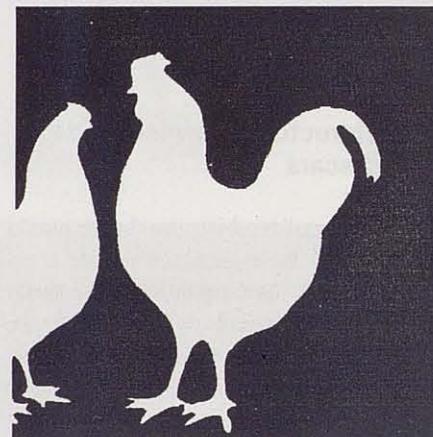
Se ha observado que estos sistemas, si bien proporcionan un mayor grado de libertad a las aves, también estimulan un mayor nivel de conflictos dentro de la manada, que no se compagina con una buena formación de la cáscara. Por tanto

parece haber claras discrepancias entre el bienestar animal desde el punto de vista humano y la reacción del ave a ese teórico mayor bienestar. Si las aves recompensan de esta forma los intentos de proporcionarles mayor bienestar de esa manera, hay buenas razones para reconsiderar el concepto vigente de bienestar. Debería existir un adecuado balance entre bienestar y calidad física del producto, pero está haciéndose evidente que hay que dedicar mucha mayor atención a la manipulación del huevo en relación a la calidad de la cáscara en los sistemas alternativos de alojamiento.

### Influencia de las condiciones de almacenamiento

El equipo de la Dra. Rossi, de la Universidad de Milán, propuso nuevas técnicas para la determinación objetiva de la frescura del huevo. En primer lugar se demostró una vez más que las medidas clásicas -altura de la cámara de aire y unidades Haugh- varían mucho según las condiciones de almacenamiento -tiempo, temperatura y humedad relativa, si se superan los 20 °C-, y por las modificaciones del tamaño del huevo en el curso de la conservación, por lo que los límites legales establecidos en Europa o en Estados Unidos se incumplen en poco tiempo, salvo en condiciones de refrigeración.

Los investigadores italianos trabajaron con un método de medición de la turbidez, para evaluar la estabilidad en alcohol de la albúmina, que sería útil para caracterizar los huevos de clase extra, y con una técnica colorimétrica basada en la capacidad de la albúmina para ligar metales, que se puede relacionar bien con la evolución de la cámara de aire. Ambos métodos dieron buenos resultados, en particular porque no se ven afectados por el tamaño del huevo ni por la humedad relativa, aunque quizá deberían ensayarse con un



mayor número de muestras y referirlos a su aplicación práctica en términos de tiempo y coste económico.

Otras presentaciones orales abordaron los cambios de las propiedades físicas y sensoriales de los huevos durante la con-

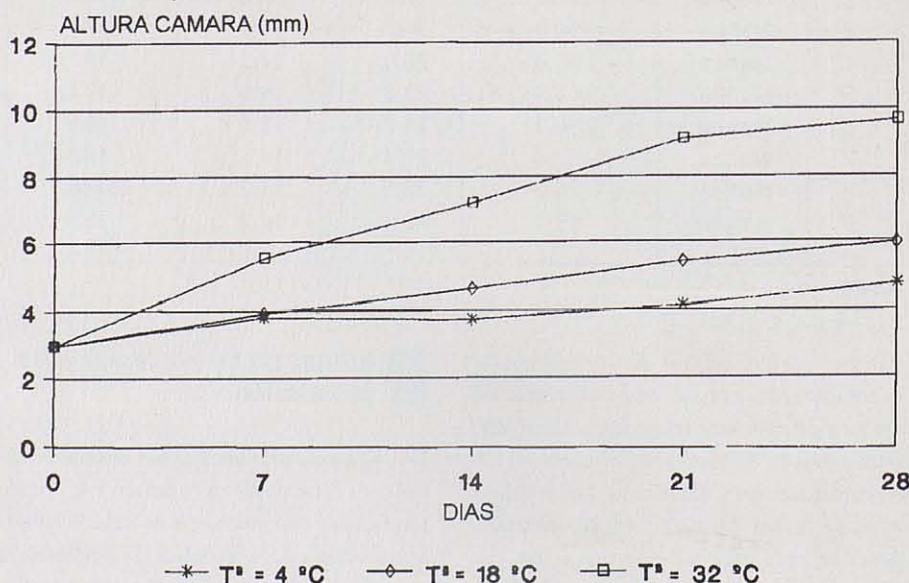


Fig. 1. Evolución de la cámara de aire según el tiempo y la temperatura de almacenaje.

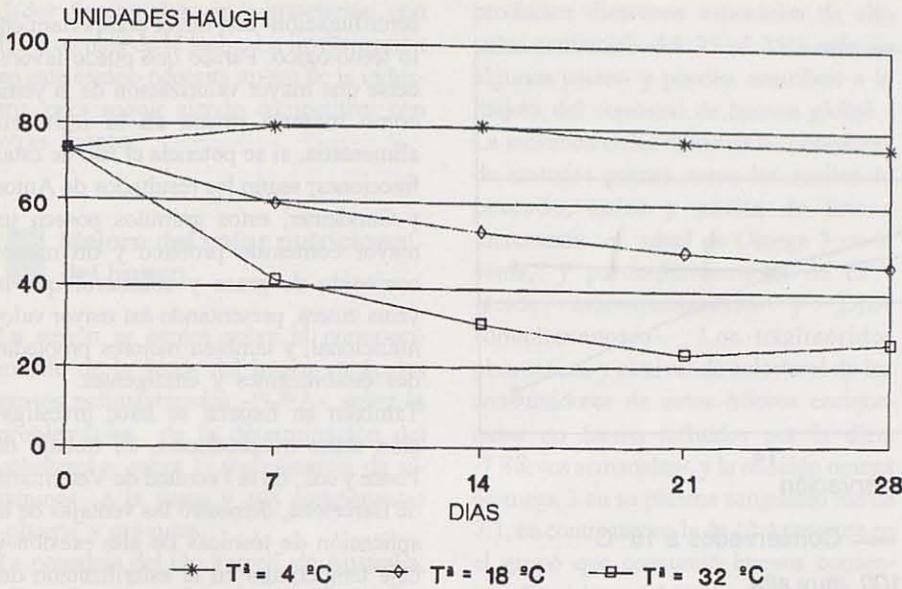


Fig. 2. Evolución de las Unidades Haugh según el tiempo y la temperatura de almacenaje.

servación, lo que condujo a una discusión en detalle sobre el futuro de las reglamentaciones de calidad de huevo. Dado que en los últimos dos años se propuso exigir la cadena de frío en todo el proceso de comercialización de los huevos, varios equipos científicos realizaron diversas investigaciones aplicadas para conocer mejor sus efectos.

El Dr. Mennicken, de Alemania, desarrolló la cuestión de la migración de agua desde el albumen a la yema y la pérdida de peso debida a la evaporación de agua, cuantificando en detalle ambos fenómenos. Un 40% de la pérdida de peso del albumen está ligada al aumento de peso de la yema durante las tres primeras semanas de almacenamiento, independientemente de la temperatura de conservación. Esta proporción es considerablemente

más baja de ahí en adelante. El mayor contenido en agua de la yema afecta lógicamente a su valor nutritivo.

Los efectos de las condiciones de transporte y almacenamiento en la calidad comercial de los huevos fueron estudiados por Cepero y col. Las condiciones de refrigeración durante un almacenamiento de 24 horas en granja y el transporte subsiguiente mejoraron ligeramente la calidad interna, pero este efecto se perdió rápidamente al interrumpir la cadena del frío. Los huevos conservados a 4 °C apenas perdieron peso durante las primeras 4 semanas de conservación, presentando pocos cambios en la altura del albumen y la yema, y cámaras de aire inferiores a 4

mm. En cambio, a 18 °C, muchos huevos no cumplen los requisitos de calidad extra tal como se exigen en la reglamentación europea, tras sólo una semana de almacenamiento. A 32 °C, los huevos aún mantienen una cámara de aire de menos de 9 mm de altura, pero evidentemente presentan una calidad de albumen muy pobre (Figuras 1 y 2).

El mismo grupo de trabajo informó sobre los cambios de la calidad sensorial del huevo, entre una y tres semanas, apreciados por un panel de catadores entrenado. Las características sensoriales de la yema y del albumen fueron afectadas principalmente por la temperatura. Los huevos almacenados a 4 °C mantuvieron su calidad constante durante 3 semanas y no fueron diferenciados de los huevos recién puestos. En cambio, a 18 °C las evaluaciones sensoriales fueron inferiores y empeoraron mucho tras 2 semanas de conservación (Figuras 3 y 4).

Otros investigadores alemanes presentaron un trabajo sobre las técnicas de separación de las proteínas del albumen que también indicó el efecto de la conservación. Se aplicó la técnica de HPLC para separar la ovoalbúmina, conalbúmina, ovomucina y lisozima. Los huevos frescos y los conservados presentaron cromatogramas diferentes. Se observó un efecto de la temperatura en la formación de S-albúmina, que los huevos mantenidos a 5 °C no producen incluso después de 5 semanas de almacenamiento. Otro estudio realizado en Francia demostró alteraciones en las propiedades funcionales de la clara tras sólo una semana de almacenamiento a temperatura ambiente.

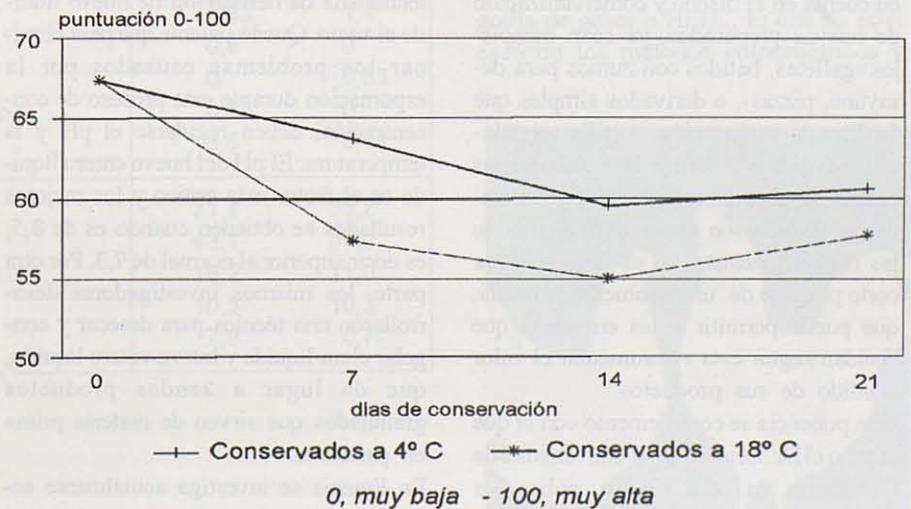
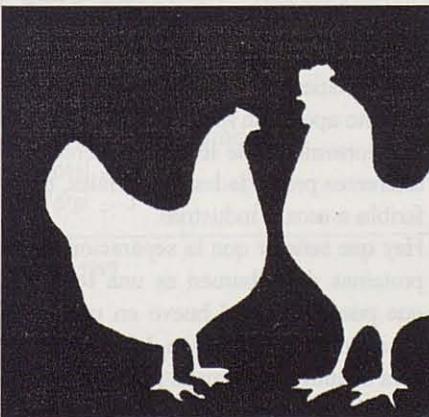


Fig. 3. Aceptabilidad del sabor y aroma de la yema.

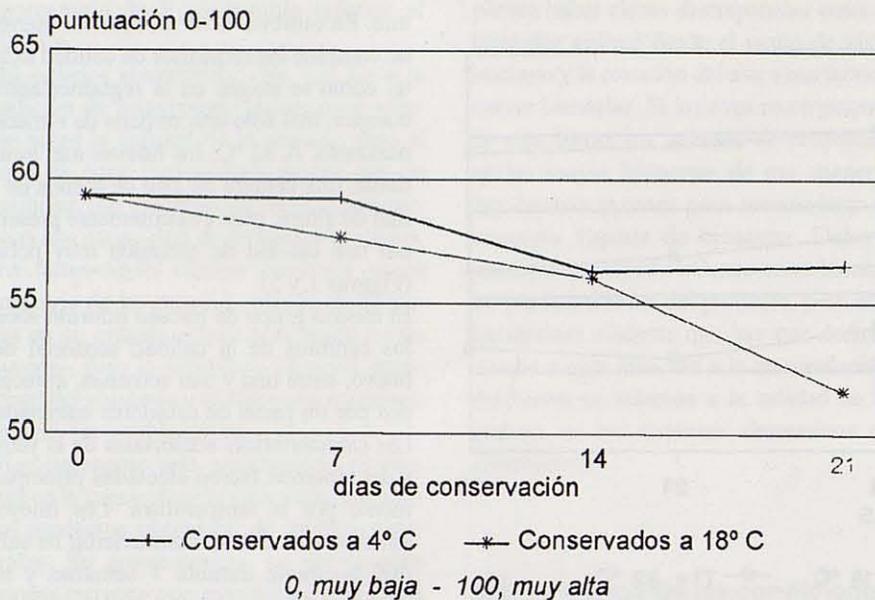


Fig. 4. Aceptabilidad del sabor y aroma de la clara.

te, disminuyendo la densidad y estabilidad de la espuma y la capacidad gelificante.

### Tecnología de ovoproductos

Esta intensa sesión se inició con la ponencia del Dr. Baker, de la Universidad de Cornell, responsable del diseño e introducción en el mercado norteamericano de un buen número de productos derivados del huevo. El ponente discutió los motivos del descenso del consumo de huevos en Estados Unidos, restando importancia al tema del colesterol e insistiendo en la necesidad del desarrollo y comercialización de ovoproductos que faciliten la preparación culinaria y el consumo en establecimientos de comida rápida.

El Dr. Baker expuso las estrategias a tener en cuenta en el diseño y comercialización de nuevos preparados, ya sean complejos -galletas, batidos con zumos para desayuno, pizzas-, o derivados simples que faciliten la preparación -tortilla congelada, huevo duro en barra, etc.-. Aunque las pautas de consumo de huevos y derivados en España son aún muy diferentes de las norteamericanas, no es ilógico que a corto plazo se dé una evolución parecida, que puede permitir a las empresas que decidan seguir esta vía aumentar el valor añadido de sus productos.

Esta ponencia se complementó con la que expuso el Dr. Zeidler, de la Universidad de California en otra sesión, sobre los ovoproductos de última generación, especialmente los de bajo contenido en

colesterol. El mismo Dr. Zeidler presentó un nuevo sistema para la eliminación del colesterol en ovoproductos líquidos de muy simple fundamento. Consiste en la mezcla de la yema con aceite de soja, homogeneización a alta presión, y posterior separación de las fases. Se consigue un excelente rendimiento -87%- en la separación del colesterol a coste muy inferior a otros sistemas propuestos anteriormente. Las características nutricionales, tecnológicas -en la elaboración de salsas- y sensoriales de este ovoproducto fueron analizadas en detalle, ofreciendo buenos resultados.

Otras aportaciones procedentes de Estados Unidos estuvieron a cargo del equipo del Dr. MacNeil, de la Universidad de Pennsylvania, orientadas a la mejora de la tecnología de desecación de huevo líquido al vacío. Quedó patente que para eliminar los problemas causados por la espumación durante este proceso de concentración, deben regularse el pH y la temperatura. El pH del huevo entero líquido es el factor más crítico y los mejores resultados se obtienen cuando es de 8,5, es decir superior al normal de 7,3. Por otra parte, los mismos investigadores desarrollaron una técnica para desecar y congelar clara líquida y huevo entero líquido, que da lugar a sendos productos granulados que sirven de materia prima en pastelería.

En Francia se investiga actualmente sobre el empleo de subfracciones de yema de huevo -gránulos separados por

centrifugación- con mejor comportamiento tecnológico. Parece que puede favorecerse una mayor valorización de la yema como materia prima en la industria alimentaria, si se potencia el uso de estas fracciones; según los resultados de Anton y Gandemer, estos gránulos poseen un mayor contenido proteico y un menor contenido de grasa y colesterol que la yema entera, presentando así mayor valor nutricional, y también mejores propiedades estabilizantes y emulgentes.

También en España se hace investigación sobre ovoproductos. El trabajo de Ponce y col., de la Facultad de Veterinaria de Barcelona, demostró las ventajas de la aplicación de técnicas de alta presión y baja temperatura en la esterilización del huevo líquido. Con la aplicación de altas presiones se puede conseguir un efecto esterilizante similar al obtenido por procesos térmicos convencionales. Los factores determinantes de la calidad final del producto son la temperatura y la presión del sistema, mientras que el tiempo parece ser menos crítico. Se obtiene así un ovoproducto de mejor calidad nutricional y propiedades tecnológicas -gelificantes y espumantes.

El mismo grupo presentó en la sesión "poster" un estudio sobre los efectos de la liofilización del huevo entero y el albumen líquidos sobre las propiedades gelificantes y espumantes de los productos reconstituidos. Estos efectos, que se sabe son negativos, resultaron parcialmente compensados por la adición de sal al albumen antes de su liofilización. El propio proceso de liofilización fue el objetivo de los científicos rusos, que diseñaron algunas mejoras en los equipos utilizados. Por su parte Nau y col., de Francia, estudiaron las diferencias en las propiedades funcionales -capacidad espumante, estabilidad de la espuma y resistencia del gel- entre el albumen denso y fluido. Estas diferencias no pueden ser explicadas por características físicas o químicas. El experimento aporta un método sencillo para el fraccionamiento de los componentes con diferentes propiedades funcionales, transferible a escala industrial.

Hay que señalar que la separación de las proteínas del albumen es una tendencia que puede situar al huevo en una mejor posición en la aplicación de las proteínas para la nutrición humana y para la producción de proteínas con especiales propie-

dades funcionales, en competición con las proteínas de la leche. La investigación en este campo necesita apoyo de la industria para seguir siendo competitiva con otras fuentes.

### Mejora del valor nutricional del huevo

La sesión se centró sobre el enriquecimiento de la yema del huevo en ácidos grasos poliinsaturados -PUFA-, sobre la problemática de la determinación del colesterol y sobre la transferencia de vitaminas a la yema y sus componentes -plasma y gránulos.

La ponencia del Dr. Farrell, de Australia, resumió varios años de investigaciones dedicadas a la modificación del contenido en PUFA del huevo a través de la dieta de las ponedoras y en particular a incrementar el nivel de ácidos grasos tipo Omega 3, cuyos efectos favorables para la reducción de las enfermedades cardiovasculares son bien conocidos. Los huevos con un contenido muy alto en Omega 3 pueden ser interesantes como

productos dietéticos especiales de alto valor comercial -del 25 al 35% más en algunos países- y pueden contribuir a la mejora del consumo de huevos global. La inclusión en las dietas de las ponedoras de materias primas como los aceites de pescado, colza y aceite de linaza incrementa el nivel de Omega 3 en la yema, y particularmente el de EPA -ácido eicosapentanoico- y DHA -docohexanoico-. Los triglicéridos plasmáticos y el nivel de colesterol de los consumidores de estos huevos enriquecidos no fueron influidos por la dieta -7 huevos semanales-, y la relación omega 6/omega 3 en su plasma sanguíneo fue de 7:1, en contraste con la de 12:1 presente en el grupo que consumió huevos corrientes. También se ha demostrado que el consumo de estos huevos por las madres lactantes puede incrementar el contenido de Omega 3 de la leche materna.

Sin embargo, un incremento del contenido de PUFA en el huevo podría causar olores y sabores desagradables. La forma de resolver este posible problema es la mejora de la estabilidad de los PUFA mediante la inclusión en las dietas de las

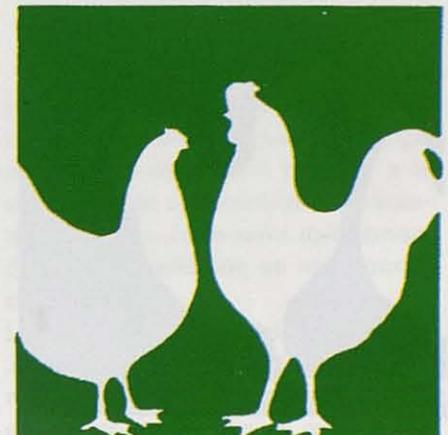
ponedoras de mayores cantidades de antioxidantes naturales, como la vitamina E y  $\beta$ -carotenos. En tal caso, según Farrell, no se observan alteraciones físicas ni sensoriales en los huevos enriquecidos. El ponente, que ha patentado un producto que permite alcanzar a un huevo de 60 g más de 400 mg de ácidos grasos  $\omega$ -3 -de ellos más de un 50% EPA, DPA y DHA-, por lo que cubre más del 40% de la ingesta diaria recomendada -Tabla 3-, valoró en unas 44 pts/Kg huevos el aumento de los costes de alimentación para lograr este fin mediante su procedimiento.

Un equipo italiano presentó un completo estudio sobre la modificación del perfil de ácidos grasos a través de la dieta de las ponedoras. Los aceites de maíz y soja aumentan el contenido en ácidos grasos tipo Omega 6 -araquidónico y linoleico- de los triglicéridos del huevo, mientras que el ácido graso Omega 9 -oleico- aparece más elevado, tanto en los triglicéridos como en los fosfolípidos, si se administra sebo vacuno, aceite de pescado y grasa avícola. Los ácidos grasos saturados de cadena corta, típicos del aceite de coco, no se almacenaron en los huevos. En una ponencia española Codony y col., además de tratar el tema anterior, aportando datos de sus propias determinaciones, también realizaron una revisión muy actualizada de la problemática de la determinación del colesterol en huevo, señalando que su contenido actual es de 200-240 mg -20% inferior a los estándares anti-guós-, pero que se pueden observar notables diferencias según el método de análisis utilizado. Hubo un acuerdo general sobre la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos mediante cromatografía de gases o HPLC, lo que no es el caso de los métodos colorimétricos y

**Tabla 3. Perfiles de ácidos grasos -como % de ácidos grasos libres- de huevos enriquecidos en ácidos grasos  $\omega$ -3 -7% mezcla- y de huevos normales (\*).**

Acido graso	Nombre	huevos enriquecidos	huevos normales
16:0	Palmítico	24,0	26,0
18.1, n-9	Oleico	42,7	47,3
18.2, n-6	Linoleico	8,4	8,1
18.3, n-3	Linolénico	3,0	0,2
20.4, n-6	Araquidónico	0,83	1,4
20.5, n-3	Eicosapentanoico	0,6	0
22.5, n-6	Docosapentanoico	0	0,63
22.5, n-3	Docosapentaenoico	0,53	0
22.6, n-3	Docosahexaenoico	3,6	0,44
Total saturados		31,9	35,2
Total monoinsaturados		48,1	54,2
Total poliinsaturados		18,2	11,0
Total $\omega$ -6		10,5	10,3
Total $\omega$ -3		7,8	0,7

(\*) Farrell, 1995



enzimáticos, que dan resultados sobrevalorados en un 25-30%.

Estos resultados se confirmaron en el estudio de los madrileños Cores y col., que estudiaron la evolución del contenido en colesterol a lo largo de todo el ciclo de puesta de las ponedoras, el cual alcanza un máximo hacia la mitad del ciclo, y sin que existan grandes diferencias entre las dos estirpes controladas -Tabla 4.

El Dr. Codony destacó que las diferentes estrategias ensayadas para reducir el colesterol de la yema -selección genética específica, nutrición, fármacos, etc- han demostrado una eficacia muy limitada, aunque es cierto que la mejora genética de la producción de las estirpes de puesta ha llevado a un descenso del tamaño de la yema, que resulta en huevos con menor contenido de grasa y colesterol. El ponente concluyó que desde una óptica nutricional más amplia, que tenga también en cuenta la relación entre la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados y saturados -afortunadamente elevada en España, siendo de 0,68, y más aún en el huevo, de 0,73-, no es aconsejable la sustitución del consumo de huevos por otros alimentos -salvo pollo o pescado-, además, puesto que se ha demostrado que manteniendo dicha relación los incrementos de ingesta de colesterol no se traducen en su aumento a nivel del plasma, no hay razones para desaconsejar el consumo de un huevo diario.

Finalmente, otros dos trabajos se centraron en el aumento del contenido en vitaminas del huevo. Surai y col., de Ucrania, realizaron un completo estudio sobre el metabolismo de la vitamina E, demostrando que su transferencia a la yema es muy rápida y eficiente, estableciendo una curva de dosis-respuesta. Las dosis más

**Tabla 4. Evolución del contenido en colesterol de los huevos -de 60 a 65 g- producidos en España (\*).**

Estirpe	Edad de las aves	Colesterol		
		mg/huevo	mg/g huevo	mg/g yema
Hy-Line White ISA Brown	Inicio producción	180	3,00	12,1
	23-28 semanas	213	3,54	13,9
Hy-Line White ISA Brown	Media puesta	233	3,70	13,6
	42-50 semanas	231	3,74	13,9
Hy-Line White ISA Brown	Final de producción	214	3,23	12,7
	55-63 semanas	216	3,43	13,2
Hy-Line White ISA Brown	Media del ciclo	207	3,32	12,6
	Media del ciclo	213	3,43	13,0

(\* Cores y col., 1995

prácticas, 200 mg/Kg de pienso, producen hasta 2 mg/g de yema -el valor normal es de unos 100 µg/g-. Otro equipo alemán demostró que la distribución de vitaminas liposolubles y carotenoides en la yema depende de la concentración de vitaminas en el pienso, de las proteínas portadoras, y de la distinta afinidad a las lipoproteínas de baja densidad -LDL- o alta -HDL-. Estas vitaminas tienen una distribución diferente entre los gránulos y el plasma de la yema.

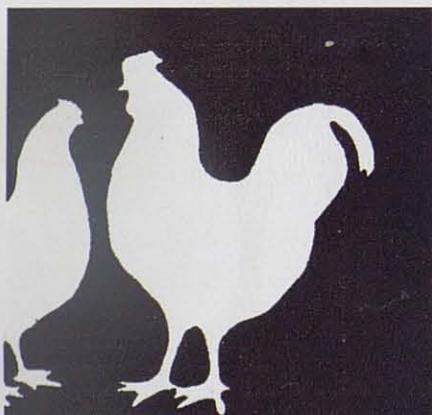
### Residuos en huevos y ovoproductos

El Dr. Kan, del ID-DLO y Presidente del comité de expertos de la CE sobre residuos, expuso en su ponencia la propuesta actual de reglamentación europea sobre este tema, que se viene retrasando desde 1992. Ahora se pretende que el control se realice sobre huevos y no sólo sobre ovoproductos, lo cual complica enormemente el sistema de control, pero en cambio se ha reducido mucho el número de sustancias a controlar. No obstante, indicó el ponente, debido a las particularidades fisiológicas y productivas de las aves, no siempre son aplicables los criterios aplicados en otras especies ganaderas y por ello aún no hay suficientes datos para establecer normas de límites máximos y de períodos de retirada fundamentadas en el conocimiento científico.

En las ponedoras el control de residuos de fármacos en el huevo es fundamental ya que no resulta práctico imponer períodos de retirada de medicamentos. Pero hay que definir muy bien los valores límites aceptables; uno de los problemas que se han encontrado es la deposición y persistencia de minúsculas cantidades de fármacos antibacterianos en los folículos inmaduros de las pollitas en crecimiento, que no obstante pueden ser detectadas con las sensibles técnicas actuales en los folículos ya desarrollados, cuando las aves entran en producción.

El objetivo de «cero residuos» tampoco es aplicable en la práctica por la ocasional contaminación de los piensos de ponedoras por aditivos incorporados a otro tipo de piensos, que en muchos casos tampoco tienen establecidos límites máximos de residuos para esta especie; por ello cualquier cantidad detectada puede ser objeto de polémica. Para evitar esto se debería cuantificar la relación entre la ingestión a largo plazo de bajas dosis y los residuos presentes en el huevo, siendo la mejor vía de prevención la implantación de «buenas prácticas de fabricación» a nivel de la industria de piensos compuestos.

Finalmente, el Dr. Kan revisó la incidencia actual de residuos detectados en huevos. No se están encontrando medicamentos veterinarios ahora prohibidos -como el cloranfenicol-, pero algunos antiparasitarios -nicrazin, metilclorpidol, deriva-



dos del dimetridazol- se detectan con cierta frecuencia, en general por contaminación accidental del pienso, aunque estas sustancias y otros antiparasitarios -antihelmínticos y carbamatos- se encuentran cada vez más en los huevos de gallinas alojadas en sistemas alternativos a las baterías. Los compuestos organoclorados están en franca regresión y a nivel de control deberían investigarse únicamente en los piensos.

Precisamente sobre este tema se presentó un estudio realizado en la Facultad de Veterinaria de Zaragoza -Lázaro y col.-, indicando que los residuos de pesticidas organoclorados están aún presentes en un amplio rango de materias primas y productos que contienen grasa. Estos residuos también pueden detectarse en los ovoproductos, pero sus niveles están 25-40 veces por debajo de los niveles máximos aceptables.

Otros estudios cuantificaron la relación entre el nivel de ciertas sustancias en la dieta de las ponedoras y los residuos aparecidos en huevo. Kan y col. mostraron que las técnicas analíticas modernas permiten detectar residuos de dimetridazol cuando el pienso de ponedoras contiene menos del 1% de la dosis eficaz para prevenir la enfermedad de la cabeza negra en pavos. El declive de estos niveles tras el cese en la administración de dimetridazol es rápido y tras 5 días ya no se observan residuos, mientras que el incremento de arsénico en el pienso produce su aumento tanto en yema como en albumen, alcanzándose rápidamente un nivel estable -Holcman y col.

### Calidad microbiológica de huevos y ovoproductos

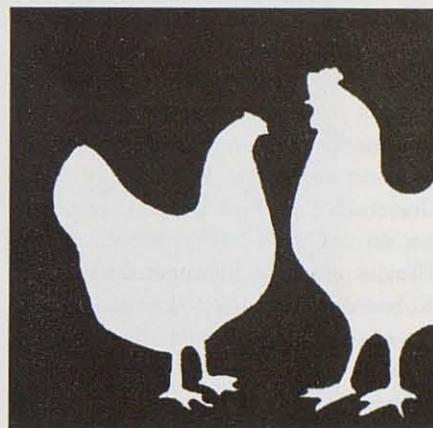
Dentro de la jornada y media dedicada a la microbiología de los productos avícolas, fueron minoritarias las aportaciones sobre huevos y ovoproductos en comparación al gran volumen de trabajos sobre carne de ave. Sin embargo, quedó bien patente el interés del sector avícola en reducir la incidencia de gérmenes patógenos y que la incidencia de casos de salmonellosis, principalmente debidos a la *Salmonella enteritidis*, ha decrecido de forma significativa en los últimos años en los países que han aplicado sistemas de vigilancia y control.

Sin embargo, se sigue discutiendo la mayor o menor eficacia de las posibles medidas de seguimiento y prevención. En esta línea, el holandés Van der Giessen, presentó resultados poco alentadores respecto a la utilidad de los tratamientos antibióticos y con microflora competitiva para eliminar la *Salmonella enteritidis* en pollitas nacidas de huevos contaminados experimentalmente, aunque afirmó que la contribución de la transmisión vertical es muy pequeña en la práctica.

El ponente presentó datos de porcentajes de positividad a lo largo del ciclo de puesta, muy pequeños al principio, pero con un aumento rápido posterior, de lo cual concluyó que el principal problema en Holanda es la deficiente limpieza y desinfección de las naves y su entorno al cambiar de lote. A partir de la curva de infección acumulada, valorando la relación entre los costes -diagnósticos y de destrucción de aves y huevos- y los beneficios -reducción teórica de los gastos sanitarios por infecciones humanas- expresó el habitual punto de vista de la Administración de que las inversiones

compartan los costes de destrucción de los lotes infectados.

En este campo de la erradicación de *Salmonella* es destacable como aportación muy novedosa la del equipo de Ploufragan, que ha identificado estirpes genéticas de gallinas que presentan ya una mayor resistencia a la infección por *Salmonella*, encontrando también diferencias en la propia cinética de la contaminación según la vía de exposición y la edad de las aves. Otro trabajo que aportó un nuevo enfoque -realizado con partici-



**Tabla 5. Estimaciones holandesas de las consecuencias económicas de la intervención en diversos momentos tras el inicio del período de puesta (\*).**

Semana	Manadas positivas, %	Costes por ave, pts	Totales, millones	Eficacia, %	Beneficios, millones	Resultado neto, millones
0	2,3	1125	870	13,9	832	- 37
10	9,0	975	2415	46,2	2752	337
20	13,3	757	2737	55,3	3292	555
30	15,7	570	2460	50,0	2977	517
40	16,9	375	1807	36,8	2197	390
50	17,5	262	1147	19,7	1177	30
60	18,0	0	0	0	0	0

(\*) Notermans y col., 1995

para el control y erradicación a nivel de lotes de producción -identificando como momento óptimo las 20 semanas tras el inicio de puesta- son las más eficaces y al mismo tiempo muy rentables, si se comparan con los costes en Salud Pública derivados de la falta de control, que en Holanda se estiman en 80 millones de florines anuales -Tabla 5-. El problema es que para estimular a los avicultores a tomar las medidas necesarias, se propone que éstos

pación española- consistió en la aplicación de las nuevas técnicas de biología molecular al diagnóstico precoz y a la caracterización epidemiológica de distintas estirpes de *Salmonella tiphymurium* durante una infección en un comedor escolar francés.

La evolución de la contaminación de *Salmonella enteritidis* está muy relacionada también con la temperatura de almacenamiento de los huevos, como quedó

demostrado en otro estudio francés; a 2-4 °C no incrementaron los recuentos en huevos inoculados experimentalmente durante más de 3 semanas, pero a 20 °C se produjo un rápido incremento de *Salmonellas* a partir de 5 días. Un equipo italiano presentó los resultados obtenidos en un complejo de producción huertera, resaltando el papel amplificador de la planta de clasificación de la contaminación por las *Salmonellas* ya detectadas en aves, piensos, y huevos recién puestos y los riesgos de su presencia en el albumen destinado a ovoproductos, normalmente no sometido a pasteurización. Más alentadoras fueron otras aportaciones encaminadas a la búsqueda de tratamientos descontaminantes cada vez más eficaces y que alteren lo menos posible las características organolépticas de huevos y derivados. Así, Knabel y col., de la Universidad de Pennsylvania, propusieron un nuevo método -proceso «Alka-Therm» para el lavado de huevos a 37,7 °C, basado en la utilización de agua con un elevado pH -11- conseguido mediante adición de hidróxido o bicarbonato sódicos y de elevadas temperaturas -hasta

100 °C- durante la recirculación de agua. Este método redujo muy significativamente la presencia de *Salmonella enteritidis* en la superficie de huevos inoculados e inhibió por completo la contaminación cruzada y la penetración bacteriana durante el enfriamiento.

También cabe destacar un nuevo método de pasteurización de huevo líquido presentado por un equipo de investigadores de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, que combina la acción de la temperatura con la presión y los ultrasonidos, para alcanzar niveles entre 3 y 15 veces más eficaces de destrucción bacteriana y en menos tiempo que el proceso de pasteurización clásico.

Finalmente, otras valiosas aportaciones españolas en este campo -Lorenzo y col- informaron de la problemática de la presencia de *Lactobacillus* en huevos, que causan problemas de descomposición de la mayonesa pasteurizada -pues resisten el proceso-, con particular incidencia en verano y en huevos almacenados mucho tiempo. Esto también afecta a la calidad microbiológica de los ovoproductos presentes en el mercado

español, lo que, si bien no es preocupante debido a la práctica ausencia de gérmenes patógenos -sólo en 2 de 65 muestras se detectó *E. coli*-, sí parece manifiestamente mejorable, ya que un 40% no cumplía totalmente los límites microbiológicos vigentes por unos recuentos excesivamente elevados de estreptococos fecales. □

## Instrucciones de Publicación para los autores

-SELECCIONES AVICOLAS se complace en aceptar toda colaboración que se ajuste a las siguientes pautas generales:

1- Los trabajos versarán sobre temas de avicultura. Deben ser originales e inéditos, y una vez aceptados por el Consejo de Redacción de la Revista, pasarán a ser propiedad de ésta hasta su publicación.

2- Debido a que SELECCIONES AVICOLAS es una revista eminentemente de divulgación, sólo se aceptarán trabajos de revisión o experimentales de campo que sean de actualidad y tengan interés práctico para el avicultor.

3- Los manuscritos deben ser enviados a la Real Escuela de Avicultura de Arenys de Mar, mecanografiados a doble espacio, en papel formato DIN A4 (21 x 29,7 cm), por una sola cara, dejando un margen a la izquierda de 2,5 cm como mínimo; las páginas se numerarán correlativamente en el ángulo superior derecho. Los autores deberán guardar una copia de los artículos. La Redacción de Selecciones Avícolas no se hace responsable de posibles extravíos.

En la primera hoja de los manuscritos se hará constar el título, nombre del autor, institución o centro de trabajo y la dirección. A continuación ya puede comenzar a escribir el texto, procurando que sea lo más

completo posible para los lectores y poniendo los encabezamientos que se crea más adecuados para llamar la atención a las diferentes secciones.

4- A ser posible, el mismo artículo se enviará en un diskette de 5 1/4 ó 3 1/2 pulgadas, en lenguaje WORD STAR o WORD PERFECT, sin haber cortado palabras.

5- La bibliografía se ordenará alfabéticamente al final del artículo. Todas las referencias bibliográficas serán citadas en el texto, con el nombre del autor en minúsculas y con la mención "y col." si son más de uno. Si la referencia es de un libro se indicará: Autor(es), título, volumen (si la obra consta de más de uno), número de Edición (si es otra que la primera), editorial, ciudad, año y páginas de la cita. Las citas bibliográficas que hagan referencia a artículos publicados en revistas se harán constar por este orden: apellido e iniciales del autor(es), año, título original, abreviatura del nombre de la revista, volumen y páginas inicial y final.

6- Las tablas deberán numerarse correlativamente con caracteres arábigos y a continuación se titularán. Si son reproducidas de otro autor, la referencia del nombre de éste se indicará al pie.

7- Todas las unidades se expresarán

en el Sistema Métrico Decimal, usando, por ejemplo, g y no gr, gr. o grs.

8- Las fotografías, en blanco y negro, sobre papel brillante y bien contrastadas, tendrán un tamaño mínimo de 6 x 9 cm y llevarán una numeración arábiga consecutiva según sean mencionadas en el texto, bajo el nombre genérico de figuras.

9- Los esquemas, gráficos y figuras deberán estar trazados en tinta, sobre papel blanco y estarán ordenados consecutivamente según sean mencionados en el texto, con numeración arábiga. En el dorso de las fotografías se hará constar a lápiz el nombre del autor, número de la página y una flecha indicando claramente su correcta posición.

10- Las figuras se enviarán en blanco y negro o color y en número no superior a cinco. Un mayor número de ilustraciones necesitará previamente la aprobación del Editor.

11- La Revista se reserva el derecho de revisar los textos enviados con el fin de hacerlos lo máximo asequibles a sus lectores. Aunque para las correcciones de cierta importancia la Revista tiene por costumbre consultar con los autores, para las de menor cuantía lo hará a su exclusivo criterio y sin que por ello le incumba ninguna responsabilidad.

**Granja**  **PORTA**  
GRANJEROS Y MOLINEROS DESDE 1840

POLLITOS DE UN DÍA  
DE PRIMERAS ESTIRPES



Un buen comienzo  
para conseguir la máxima rentabilidad de su manada

Con la tradición y naturaleza del Pirineo Aragonés

# Granja PORTA

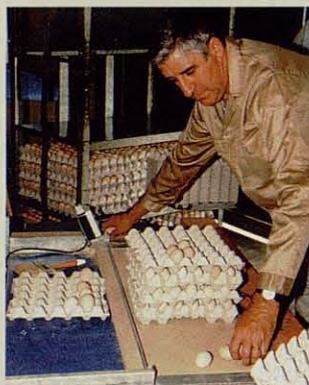
GRANJEROS Y MOLINEROS DESDE 1840

## PRODUCCIÓN TOTALMENTE PROPIA



Producimos estirpes de primera línea en nuestras propias instalaciones.

Desde la llegada de la reproductora de un día, pasando por la recría a la puesta e incubación de los huevos fértiles.



Asistencia técnica y control. Tenemos nuestro propio equipo técnico y nuestro propio laboratorio para garantizar la sanidad de nuestra producción; dispuestos a **colaborar** con nuestros clientes.



ISO 9002. Queremos lo mejor para nuestros clientes, en todos y cada uno de los lotes que reciba. Para ello estamos en el proceso de obtención del sello de "Calidad certificada ISO 9002".



Transporte. El envío de los pollitos se realiza en camiones con refrigeración, calefacción, ventilación y humedad controladas. Todo ello es supervisado desde la cabina y resumido en un termógrafo.



*Nos gustaría que nuestros propios clientes, con su reconocimiento diario, con el éxito en sus crianzas, nos proporcionaran el liderazgo en calidad.*

### Granja Porta, S.A.

Contactar directamente con el Sr. Santafé  
Teléfono. (974) 22 37 06 - Telefax. (974) 24 36 32  
Carretera de Barbastro, s/n. - 22191 Quicena (Huesca)