



L E C C I O N E S   S O B R E   E L   H U E V O

Edición Coordinada por:

Dña. Ana Sastre Gallego • Dña. Rosa María Sastre Gallego • D. Francisco Tortuero Cosialls  
D. Guillermo Suárez Fernández • D. Gregorio Vergara García • Dña. Consuelo López Nomdedeu

CONSEJO ASESOR DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL HUEVO

1ª Edición: Julio 2002

@ Instituto de Estudios del Huevo

Edita: Instituto de Estudios del Huevo

Apartado de Correos 3.383

28080 Madrid

Teléfono: 91 534 32 65

Fax: 91 456 02 12

[www.institutohuevo.com](http://www.institutohuevo.com)

e-mail: [institutohuevo@institutohuevo.com](mailto:institutohuevo@institutohuevo.com)

ISBN: 84-607-5343-3

Depósito legal: XXXXXXXXXX

Imprime: Torreangulo Arte Gráfico, S. A.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del titular del copyright.

## Prólogo

*El Instituto de Estudios del Huevo se propuso desde sus comienzos, con carácter prioritario, la información y formación de los profesionales de diferentes sectores implicados en todo lo relacionado con el huevo: la producción, la salud, la nutrición y la tecnología de los alimentos. Entre las actividades que se han venido desarrollando para dar cumplimiento a este objetivo, cabe señalar la celebración de cursos y jornadas monográficas sobre diferentes aspectos del huevo a lo largo de los últimos dos años en varias comunidades autónomas.*

*La documentación elaborada como apoyo a estos cursos es de excelente calidad, rigurosa y actualizada. Por esta razón el Instituto de Estudios del Huevo ha considerado oportuno hacer extensivos estos documentos a quienes, no habiendo asistido a los mencionados cursos, puedan encontrar interesante y útil contar con una información escrita de alto nivel.*

*El documento que se presenta bajo el título "Lecciones sobre el Huevo" no incluye la totalidad de los materiales aportados por los ponentes y distribuidos en cada uno de los cursos, pues por su extensión y abundancia hubiera sido inviable su publicación. Por esta razón se ha llevado a cabo una selección que garantiza la presencia de todos los aspectos que fueron tratados en los cursos y que no han sido recogidos en publicaciones anteriores.*

*El Instituto de Estudios del Huevo quiere dejar constancia de su agradecimiento a quienes, con su participación en los cursos, han hecho posible la publicación de estas lecciones de apoyo que esperamos puedan contribuir a la actualización científico-técnica de cuantos trabajan en cualquiera de las áreas de conocimiento aquí tratadas.*

*Esperamos que en el futuro nuevos proyectos formativos permitan al Instituto de Estudios del Huevo realizar ediciones complementarias a la que hoy tenemos la satisfacción de presentar.*

CONSEJO ASESOR DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL HUEVO

Julio 2002

Este libro es fruto de las conferencias impartidas en las siguientes actividades:

**CURSO MONOGRAFICO SOBRE EL HUEVO**

Sevilla, 20 de noviembre-1 de diciembre de 2000. Real Academia Sevillana de Ciencias Veterinarias

**JORNADAS SOBRE EL HUEVO Y LOS OVOPRODUCTOS**

Zamora, 8 y 9 de junio de 2001. Colegio Oficial de Veterinarios de Zamora

**JORNADAS SOBRE EL HUEVO Y LOS OVOPRODUCTOS**

Madrid, 2 y 3 de abril de 2001. Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid

**JORNADAS SOBRE EL HUEVO Y LOS OVOPRODUCTOS**

Barcelona, 12 y 13 de noviembre de 2001. Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona

Agradecemos su colaboración y apoyo a:

**Real Academia Sevillana de Ciencias Veterinarias, Colegio Oficial de Veterinarios de Zamora, Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid, Real Academia de Ciencias Veterinarias y Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona**

El Instituto de Estudios del Huevo agradece igualmente la participación a los autores de las ponencias aquí recogidas y, muy especialmente, al resto de conferenciantes que con su aportación a los cursos han garantizado un elevado nivel en las conferencias:

**D. JOSÉ ANTONIO CASTELLÓ LLOBET**  
*Real Escuela de Avicultura*

**D. JAUME GALOBART I COTS**  
*Unidad de Nutrición y Alimentación Animal*  
*Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma Barcelona*

**DÑA. M<sup>ª</sup>. TRINIDAD GARCÍA ARRIBAS**  
*Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos*  
*Facultad de Veterinaria. Universidad de León*

**DÑA. CAMINO GARCÍA FERNÁNDEZ**  
*Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos*  
*Facultad de Veterinaria. Universidad de León*

**D. JOSÉ IGLESIAS PÉREZ**  
*Cuerpo Nacional Veterinario. Jefe de Servicio de Producción Animal*  
*Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía*

**DÑA. TERESA M<sup>ª</sup>. LÓPEZ DÍAZ**  
*Departamento de Higiene y Tecnología de los alimentos*  
*Facultad de Veterinaria. Universidad de León*

**D. BENITO MATEOS-NEVADO ARTERO**  
*Departamento de Nutrición y Bromatología*  
*Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla*

**D. JOSÉ MIGUEL MONTEJO GONZÁLEZ**  
*Director General DERVO*

**DÑA. M<sup>ª</sup> TERESA MORA VENTURA**  
*Catedrática Higiene de los Alimentos*  
*Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma Barcelona*

**D. FRANCESC PUCHAL MAS**  
*Catedrático de Nutrición Animal*  
*Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona*

**D. ANGEL ROYO SANTIAGO**  
*Veterinario Oficial*  
*Departamento de Sanidad y Seguridad Social del Baix Camp*

**D. MARIO SANDOVAL HUERTAS**  
*Chef de cocina Restaurante Coque*

**D. SANTI SANTAMARÍA**  
*Chef de cocina Restaurante Can Fabes*

**D. GREGORIO VERGARA GARCÍA**  
*Jefe de Departamento*  
*Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria*

**D. BORJA VILA I MIQUEL**  
*Departamento de Investigación. ITPSA*

## Índice

<b>1 Producción de huevos: Situación actual y nueva normativa comunitaria</b> .....	7
Dr. Ricardo Cepero Briz	
<b>5 La granja de puesta: nutrición y sanidad del ave</b> .....	29
D. Andrés Ortiz García-Vao	
<b>3 Formación del huevo</b> .....	45
Dra. Ana C. Barroeta Lajusticia	
<b>4 Calidad interna del huevo y su conservación</b> .....	57
D. Pedro Fuentes Pérez de los Cobos	
<b>5 Contaminación y microbiología del huevo</b> .....	75
D. Félix Martín Moro	
<b>6 Microbiología del huevo: salmonella</b> .....	89
Dr. Guillermo Suárez Fernández	
<b>7 Sistema APPCC. Los beneficios que aporta y su importancia</b> .....	99
Dña. Esther Plágaro	
<b>8 El huevo y los ovoproductos: alternativas de desarrollo tecnológico</b> .....	111
D. Jean-Louis Thapon	
<b>9 Los ovoproductos: tipos y procesos de obtención</b> .....	119
Dra. Reyes Pla Soler	
<b>10 Normativa de comercialización de huevos y ovoproductos</b> .....	131
D. Juan Julián García Gómez. D. Javier Ariza Cantero	
<b>11 El huevo en la nutrición y la salud</b> .....	145
Dr. Francisco Tortuero Cosials	
<b>12 Composición y valor nutritivo del huevo</b> .....	155
Dr. Rafael Codony	
<b>13 El mercado nacional e internacional del huevo</b> .....	167
Dña. Pilar Miró Piñol	



# 1

## **Producción de huevos: Situación actual y nueva normativa comunitaria**

Dr. Ricardo Cepero Briz

## 1

## Producción de huevos: Situación actual y nueva normativa comunitaria

Dr. Ricardo Cepero Briz

Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza

### 1 ANTECEDENTES

Hasta principios del siglo XX la producción de huevos sólo era un complemento de la explotación agrícola o ganadera. Ya en los años 30, la industria del huevo llegó a un cierto grado de desarrollo en España, siendo Reus y Valladolid los principales focos de expansión. Pero el despegue definitivo no llegó hasta finales de los años 50, a causa de la guerra civil, las dificultades económicas de la inmediata postguerra y la incidencia de graves procesos patológicos (Leucosis, Marek, Newcastle,...).

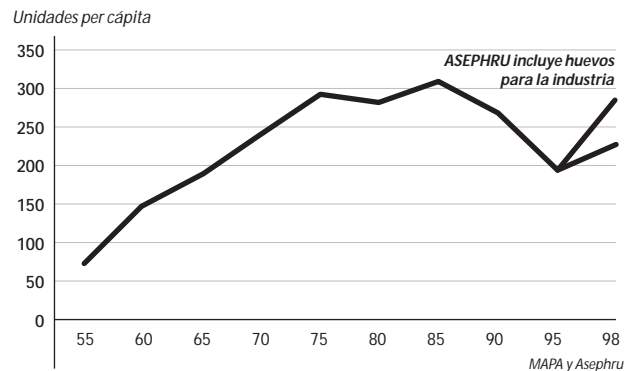
El final del período autárquico permitió la importación de las materias primas más utilizadas en los piensos para aves (maíz, soja, harina de pescado...) y de las primeras estirpes "híbridas", resistentes a la Leucosis y muy superiores productivamente a las aves utilizadas hasta entonces, de razas puras o resultado de cruces simples. Los avicultores comenzaron a disponer de vacunas eficaces (lo que redujo drásticamente las pérdidas causadas por las enfermedades) y de mejores instalaciones y equipos; ello permitió aumentar el tamaño y la rentabilidad de la explotación, y dotarla de una mecanización progresivamente mayor.

En los años 60 y 70 la expansión del sector avícola fue prácticamente ininterrumpida, ligada al enorme incremento del consumo per cápita de sus productos y a la rápida difusión de la tecnología, con grandes avances en los campos de la genética, de la

nutrición y del manejo. En estos años se produjo el crecimiento, muy vinculado al de la avicultura, de las industrias de piensos compuestos y de zoosanitarios y la incorporación al sector de numerosos técnicos especializados, principalmente veterinarios.

Entre 1960 y 1986 la producción de huevos se triplicó (Figura 1), situando a España en los primeros lugares de la producción avícola europea y mundial y alcanzando una notable proporción de la producción final agraria (3,8%), superior a la media de los países de la entonces CEE (3,0%). A finales de los años 70 la situación comenzó a deteriorarse por el exceso de producción (siendo las exportaciones bastante escasas), causa de crisis cíclicas en los precios al productor, y por el aumento de los costes energéticos, financieros y de las materias primas. A mediados de los 80 comenzó una fuerte reducción en el consumo de huevos (a causa del temor de los consumidores a los riesgos para su salud del colesterol dietético y la contaminación por Salmonella) que condujo a un constante descenso de la producción. Muchos avicultores desaparecieron, pero otros ampliaron sus dimensiones, incrementando así la concentración de la producción. Hoy en día el sector de puesta español factura más de 600 millones de euros anuales y supone 10.000 puestos de trabajo directos y otros tantos indirectos.

**Figura 1. Evolución del consumo de huevos en España**





La evolución del sector avícola ha sido la más rápida y de mayor alcance de todas las producciones ganaderas. Su alto grado de intensificación productiva y de desarrollo tecnológico le han proporcionado un carácter "industrial" y una organización empresarial. Esto ha sido posible, en primer lugar, gracias a las propias características biológicas de las aves: elevada capacidad de adaptación a diversos ambientes, alta velocidad reproductiva y productividad numérica, rápidos crecimientos y excelentes índices de conversión del pienso (en general aprovechan mal los recursos forrajeros).

Sobre esta base se ha ejercido una mejora genética en constante progreso (Cuadros 1 – 3), con la creación de estirpes "híbridas" de elevados rendimientos; también ha cambiado el peso y % de componentes del huevo. Se han adquirido conocimientos muy precisos sobre las necesidades nutritivas de las aves, en la fabricación de piensos compuestos y se han producido constantes mejoras del manejo y sanidad de las aves y en el diseño de sofisticadas instalaciones, apropiadas para cada circunstancia productiva. Pero actualmente la avicultura de puesta, muy castigada en los últimos años por el descenso del consumo, encara una etapa llena de incertidumbres a causa de la próxima aplicación de la nueva Directiva sobre bienestar de las ponedoras, cuyas consecuencias podrían conducir a este sector a un profundo cambio estructural.

**Cuadro 1. Evolución de los resultados técnicos en producción de huevos**

Índice Productivo	1970	1981	1993	2000
Edad 50% de puesta	26	24	21	20
Pico de puesta, %	86	92	93	94
Puesta > 90%, semanas	0	7	16	20
Puesta > 85%, semanas	5	15	28	10
Puesta media en 12 meses	65	72	82	84
Huevos/ave alojada (12 meses)	239	263	301	310
Kg huevos/ave alojada (12 m.)	14,9	16,3	18,9	20,0
Kg pienso/kg huevos	3,16	2,58	2,20	2,09
Peso vivo, kg, a 18 semanas	1,72	1,44	1,56	1,55
Peso vivo, kg, a 72 semanas	2,49	2,25	2,20	2,20
% mortalidad (12 meses)	9,8	6,5	6,3	7,0

Fuente: *Instituto de Sélection Animale (Guías de manejo estirpe ISA Brown)*

**Cuadro 2. Calidad y composición del huevo de líneas de gallinas antiguas y modernas (media del ciclo de puesta)**

Característica	Razas Antiguas (Marans)	Estirpes Modernas (Isa Brown)
Peso medio del huevo, g	55,6	61,3
Peso de la yema, g	15,1	16,2
Peso del albumen, g	35,7	39,5
Peso de la cáscara, g	4,8	5,6
Materia seca yema, %	51,3	51,4
Materia seca albumen, %	11,9	12,1
Unidades Haugh	81,2	80,4
% Roturas	3,5	3,8
Resistencia a la rotura, kg	2,1	2,2
Densidad de la cáscara, micras/cm <sup>2</sup>	709	774
Color de la cáscara, % reflectancia	26,6	36,0

Fuente: *Sauveur y col., 1993 (datos de 1987)*

**Cuadro 3. Mejoras en la calidad y la composición del huevo en los últimos 40 años**

Característica	1958	1998
Peso huevo, g	59,8	63,9
Unidades Haugh	67,3	72,7
% Yema	30,4	28,5
% Albumen	60,5	62,3
% Cáscara	9,1	9,2
P. esp. Cáscara	1,081	1,080

Fuente: *Tharrington y col., 1999*

## 2 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR

### 2.1 ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN

Las principales magnitudes de la producción de huevos en España se indican en el Cuadro 4.

España ocupa el 4º lugar europeo en producción de huevos, con un 12,6% de la producción de la UE, por detrás de Francia, Alemania y Reino Unido, y con cifras parecidas a las de Holanda e Italia.

**Cuadro 4. Principales magnitudes del sector de huevos en España (MAPA, 1999)**

Censos, millones de aves	Reproductoras puesta	0,41
	Ponedoras selectas	37,0
	Pollitas reposición	34,3 (2,9/mes)
	Gallinas camperas	4,7 (?)
Producciones	Millones docenas	757
	Miles Tm	660
Consumos per cápita	Unidades	224 (+36)
	Kg	14,2 (+1,2)
Comercio exterior, miles Tm	Import. huevos	5,3
	Export. huevos	32,1
	Import. ovoproductos	2,1
	Export. ovoproductos	2,6

**Censos.** El parque de ponedoras "selectas" ha descendido, de 44,4 millones en 1986 a 35,3 en 2000. La caída del censo se debe al descenso del consumo de huevos y al aumento de productividad de las ponedoras. También ha cambiado su composición; ahora predominan las ponedoras de huevos de color (80-85%), debido a las preferencias del consumidor y a la reducción del coste de producción de estos huevos. Las gallinas camperas también han bajado de 6 a 4,7 millones; un 50% se hallan en Galicia y Castilla-León. La cifra de pollitas indica un índice de reposición anual del 70-75%; por tanto se muda, para conseguir un 2º ciclo de puesta, alrededor del 25-30% del censo de ponedoras. Esta cifra varía bastante según los años; aumenta en épocas de bajos precios del huevo.

**Producciones.** Entre 1987 y 1997 bajaron un 20%. En 2000 se produjeron 722 millones de docenas, un 6% menos que en 1999, como consecuencia de la "crisis" de las dioxinas. Hoy algunos productores poseen o comercializan la producción de más de un millón de gallinas, y el 20% de la producción está en manos de 12 empresas. Los productos "alternativos" (huevos camperos y biológicos) están creciendo paulatinamente, pero todavía suponen menos del 1% del total. Por otro lado, sólo 3 industrias controlan

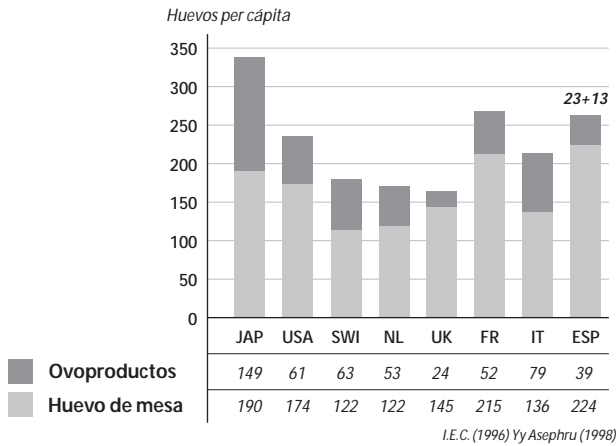
el 42% del mercado de ovoproductos, de creciente importancia; los avicultores destinan a este fin más del 15% de su producción. Geográficamente la producción está bastante repartida, debido a la tendencia de las empresas a ubicarse cerca de los grandes centros de consumo (Figura 2).

**Figura 2. Distribución geográfica del censo de ponedoras selectas en España**



**Consumos.** El MAPA indica para 1998 un consumo per capita de 224 huevos, pero no contabiliza los destinados a la industria alimentaria y a elaboración de ovoproductos (26 y 13 per capita, respectivamente). Aun así, el consumo de huevos en España sigue entre los más altos de Europa. Comparativamente se destinan menos huevos a la industria; la media europea es del 25% (Figura 3).

**Figura 3. Consumo de huevos (en unidades) en varios países**



**Comercio exterior.** En huevos es bastante limitado, pues muchos países tienden a autoabastecerse, y Holanda, que exporta 1/3 de su producción, y Bélgica predominan en el comercio internacional, igual que en el de ovoproductos, pues en conjunto controlan el 75% de la exportación europea y dominan también el mercado interior de la UE (Holanda, un 80%). Las exportaciones españolas, principalmente a países de la UE, han aumentado recientemente (50.000 Tm en 2000, + 27%), pero su volumen y valor económico son comparativamente pequeños, como sucede con los ovoproductos (se exporta principalmente albumen).

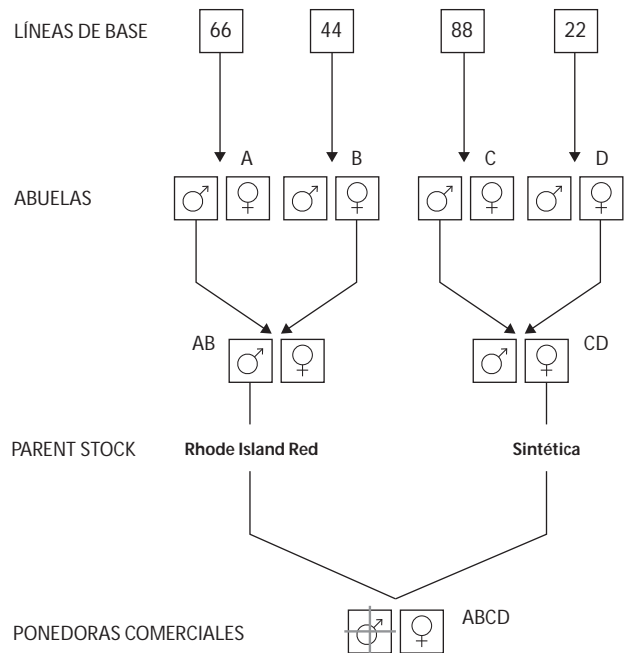
**2.2 ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

El proceso de especialización de la avicultura ha llevado a la existencia de empresas que ocupan escalones muy concretos del ciclo productivo. Algunas de ellas importan las estirpes comerciales genéticamente mejoradas (reproductoras de 1 día, o bien abuelas de 1 día), procedentes principalmente de Francia, Alemania y Estados Unidos, y las crían en sus instala-

ciones. Las reproductoras adultas, junto a un 7-8% de gallos, producen huevos incubables que se llevan a plantas de incubación muy sofisticadas para obtener las pollitas futuras ponedoras de 1 día, tras sexar y eliminar los machitos.

La Figura 4 muestra el proceso de formación de una estirpe "híbrida" de huevo moreno, muy similar en todas ellas: se denomina cruce de "4 vías", pues son 4 líneas de entre muchas a seleccionar las que al final producirán la ponedora comercial, fruto de un cruce interracial entre gallos Rhode Island y gallinas "sintéticas" (procedentes de razas semipesadas como la Sussex, New Hampshire, etc). En las ponedoras de huevo blanco suelen ser sólo 3, y todas las líneas proceden de la raza White Leghorn.

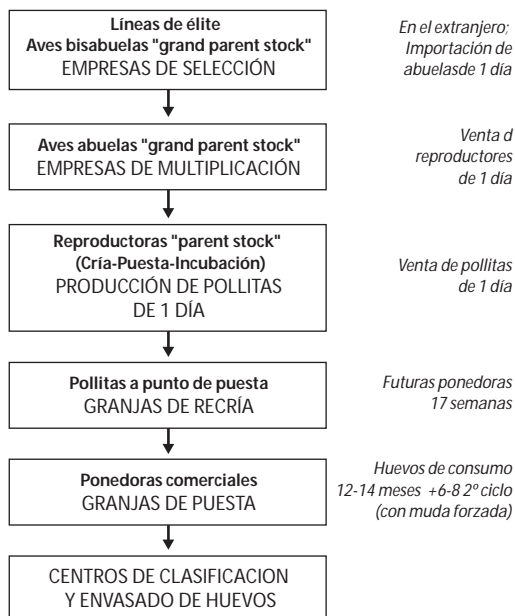
**Figura 4. Obtención de híbridos comerciales de puesta de huevos morenos**



Como se indica en la Figura 5, algunas empresas de producción de huevos realizan la recría de sus pollitas de reposición, mientras que otras las compran a punto de puesta a empresas especializadas en esta actividad; si bien algunas plantas de incubación también ofrecen a los avicultores pollitas recriadas de 17 semanas, además de su producto normal (pollita de 1 día de edad).

En el sector del huevo la situación es distinta a la de la producción de pollos, más concentrada en grandes empresas, y altamente integrada. Abundan las pequeñas empresas independientes (50-150.000 gallinas) y quedan explotaciones marginales de 10.000 gallinas o menos. Las mayores empresas ejercen una cierta forma de integración, alquilando naves ajenas para producir huevos y/o criar pollitas. En España la mayoría de los productores cuentan con sus propias plantas de clasificación y envasado de huevos, y los distribuyen por sus propios medios.

**Figura 5. Organización de la producción de huevos**



### 3 TÉCNICAS BÁSICAS DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS

#### 3.1 CRIANZA DE POLLITAS

Las ponedoras modernas pueden alcanzar 20 kg de huevo al año; 2 de ellos en forma de cáscara. Ello equivale a 10-12 veces su peso, y a su propio peso, respectivamente. Este gran esfuerzo exige una buena preparación, que requiere:

- Pollitas sanas (higiene en la cría, bien inmunizadas, mínima mortalidad).
- Con un peso mínimo al entrar en puesta y uniforme (> 80% ± 10% media).
- Con un buen desarrollo a nivel reproductivo, digestivo y pélvico; reservas minerales óseas suficientes y una mínima reserva de grasa al entrar en puesta. Todo ello con el mínimo consumo de pienso posible, el factor más importante del coste.

La crianza de las futuras ponedoras dura 17-18 semanas (+ 2-4 de vacío sanitario). A esta edad ya podrían entrar en puesta, pero suele retrasarse 1-2 semanas, y a veces más, para obtener un mayor tamaño de huevo. Hoy en día son bastante similares las técnicas de cría de pollitas ligeras y semipesadas ("rubias"), que producirán respectivamente huevos de consumo blancos y morenos. Pero en ambos casos han cambiado notablemente con el tiempo, pues la selección genética ha tendido a producir aves de menor peso y consumo de pienso, que comienzan a poner muy pronto (1 día antes por año) y que son más nerviosas.

#### 3.1.1 Aspectos básicos

1. Fases de la crianza: 0 - 6 semanas, 6 - 12 semanas y 12 semanas - traslado. El cambio a la nave de puesta debe hacerse 1-2 semanas antes de que empiecen a poner, para facilitar su

adaptación y cambiar progresivamente la alimentación y el programa de luz. La recogida y el transporte se realizarán en condiciones adecuadas y conviene administrarles un tratamiento antiestrés (vitaminas + algún antibiótico de amplio espectro).

2. **Todo dentro-todo fuera.** A ser posible, igual estirpe, procedencia y edad (o una diferencia de muy pocos días). Es mejor toda la crianza en la misma nave, pero a veces se usan unidades de cría hasta las 6-8 semanas y otros locales para la recría posterior.
3. **Son preferibles las naves de ambiente controlado ("oscuros").** Se reduce la mortalidad y el consumo de pienso, pero sobre todo se controla mucho mejor la madurez sexual. En cambio son mucho más costosas y hay que prevenir los cortes de luz.
4. **Predomina la crianza en baterías.** Hoy no se discuten las ventajas de la cría en jaulas de las futuras ponedoras comerciales. Los inconvenientes económicos se amortizan rápidamente por la mayor densidad de animales (hasta 25-30/m<sup>2</sup> en pisos, frente a 8-10/m<sup>2</sup> sobre cama). La cría sobre suelo sólo está indicada para futuras reproductoras o bien para gallinas camperas: implica más riesgos sanitarios, peor uniformidad, un manejo más difícil y un mayor coste de alimentación.

### 3.1.2 Manejo general

**Arranque:** 0-2 semanas. Nave limpia y preparada. Control en recepción de vitalidad y peso (35 g ± 5). Comederos y bebederos de 1ª edad, muy numerosos. 23-24 horas de luz muy intensa. En baterías, hay que colocar rejillas de 1ª edad y vigilar que aprendan a beber.

**Temperaturas:** Se comienza con 32-35°C, bajando unos 3 °C/semana. Las temperaturas excesivas en arranque producen ambientes secos, deshidratación, mal emplume y crecimiento, e incluso picaje y bajas. Hacia las 6 semanas han emplumado y necesitan un mínimo de 15-18 °C (mejor 21 °C). A más de 28-30 °C se deprime mucho el consumo de pienso y el crecimiento. Los sistemas de calefacción pueden ser de tipo focal o ambientales (lo más corriente en naves de baterías).

**Ventilación:** Las necesidades aumentan con la edad, temperatura y densidad de población. Hay que eliminar NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> y el exceso de calor y humedad, pero sin corrientes de aire. En naves de baterías es más complicado el diseño del sistema en cuanto a entradas y salidas del aire. Se dan necesidades (m<sup>3</sup>/h/kg peso vivo) de 0.5-4 (invierno) a 1-6 (verano). En muchas zonas se precisan sistemas de refrigeración en verano.

**Alimentación:** Ad libitum, varias veces al día (al menos mañana y tarde). Existen diversos sistemas de distribución automática, que depositan el pienso en las canales adosadas al frente de las jaulas. Se utilizan 3-4 fórmulas de piensos y distinto tamaño de partícula según la edad. Agua limpia y templada, en bebederos de pipeta o cazoleta.

Las restricciones de pienso ya no se utilizan, salvo si es prioritario ahorrar en alimentación (recriadores de pollitas para otros). Su manejo es muy delicado (sobre todo en ligeras), y el riesgo de bajos pesos y de desigualdad es grande. En todo caso, no deberían comenzar antes de las 8 semanas, han de realizarse según la curva de crecimiento (pesando 1% aves) y conviene rebajar el nivel de restricción a las 14-15 semanas. Es imprescindible disponer de sistemas de reparto rápido del pienso, que será 1 vez al día.

**Baterías:** Aún coexisten jaulas de un solo piso ("flat-deck"), con las dispuestas en pisos (entre 2 y 4), que pueden ser en escalera ("California"), en semiescalera o, las más modernas, compac-

tas (con cintas plásticas de retirada de deyecciones). El excremento se retira cada 1-3 días con palas de arrastre o moviendo las cintas y sacando la gallinaza a un remolque en el exterior.

Las jaulas de cría tienen el piso horizontal y carecen de sistemas de recogida de huevos. Suelen ser más grandes que las de puesta, pues alojan más aves por jaula, entre 8 y 12 al final. Es corriente alojar a las pollitas recién entradas en un solo piso (con 40-50 aves por jaula) o en una zona concreta de la nave, donde se concentra la calefacción. Al mes de vida, como mucho, hay que reducir esta densidad a la mitad y más adelante, coincidiendo con alguna vacunación aplicada individualmente (al ojo o inyectable), de nuevo a la mitad.

#### Controles:

**Mortalidad**, diario. No debe pasar, después del arranque (1%), de 0.3-0.4% diario. Periódicamente hay que eliminar aves muy retrasadas o fallos de sexaje (< 1%). Bajas normales, en total 2-4%.

**Peso corporal**, periódicamente, mejor cada semana (imprescindible en restricciones). Muestreo entre el 2% y el 1% de las aves, por toda la nave, e individualmente. Peso óptimo a 17 semanas, 1,1 (ligeras) y 1,35 kg (semipesadas).

**Consumo de agua y pienso**, a ser posible semanalmente. Imprescindible en restricciones. En 17 semanas consumen 5-6 kg/ave. Su disminución es el primer síntoma de mal manejo o de enfermedad.

### 3.1.3 Medidas de manejo específicas

**Corte de picos.** Picaje y canibalismo son fenómenos impredecibles, muy difíciles de controlar y producen muchas bajas. Pueden desencadenarlos muchos factores ambientales y nutricionales. El riesgo es mayor en pollitas ligeras (pero en rubias también es alto) y en las alojadas en naves con ventanas o criadas sobre cama. El problema aumenta si se somete a las pollitas a una restricción alimentaria.

Hasta hoy el corte de picos es imprescindible como medida preventiva, aunque su coste es importante y requiere un manejo muy delicado. Disminuye el consumo y el peso vivo, pero reduce la mortalidad, en cría y en puesta. Tiende a reducir ligeramente el tamaño de huevo. Si se hace mal (poco, demasiado, desigual) los efectos pueden ser desastrosos.

La edad de corte es variable. Puede ser a los 6-8 días, con/sin repaso posterior antes de las 12-14 semanas. También se hacía a las 4-6 semanas, sobre todo en pollitas alojadas en naves oscuras y cortando menos el pico (con repaso opcional a las 12). A mayor edad al corte, más nivel de estrés y de repercusiones negativas. La reciente Directiva sólo permite cortar los picos antes de 10 días, si los Estados así lo autorizan.

El pico se corta dejando la mitad o un tercio de su longitud. El corte se realiza mediante una máquina-guillotina con una hoja calentada eléctricamente hasta altas temperaturas. Con el pulgar se hace que las pollitas retraigan la lengua y después se cauteriza apoyando el pico sobre la cuchilla 1-2 segundos. Las aves deben estar en perfectas condiciones antes del corte y durante varios días (3-5) será conveniente vigilar consumo y bajas, aumentar algo la temperatura, llenar más comederos y bebederos y administrar un antiestrés y vitamina K en agua de bebida.

**Control de la madurez sexual.** A partir de las 14-15 semanas comienza el desarrollo del aparato reproductor (30% del peso ganado a esta edad) y de los caracteres sexuales secundarios (cresta y barbillas). Es importante controlar la edad de inicio de la puesta; influye sobre el tamaño del huevo durante todo el ciclo posterior y el precio de la docena de huevos varía mucho según su tamaño. El peso del huevo disminuye si la puesta es precoz y aumenta si se retrasa. Los beneficios del aumento de tamaño (+ 1 g = 5-10% más de huevos mayores de 60 g) han de compensar el aumento de costes (en pienso y huevos no producidos) originados por el mayor intervalo improductivo.

El aumento del período luminoso (sobre todo a más de 12 horas) estimula el desarrollo sexual y su disminución lo retrasa. Por ello, las pollitas criadas en naves con ventanas adelantan la puesta en primavera-verano y tardan más en producir huevos en otoño-invierno. El inicio de puesta se controla mejor con la luz que vía alimentación. En las guías de manejo de las distintas estirpes comerciales se dan recomendaciones muy concretas para cada caso. Cada 7 días de atraso suponen 4-5 huevos menos, pero de 1 g más de peso.

El comienzo de la puesta debe producirse cuando las aves tengan a una edad determinada un peso vivo mínimo suficiente (1.27 kg en blancas, 1.55 en rubias, a 18-20 semanas). El exceso de peso aumenta el tamaño de huevo, pero empeora el índice de conversión. El peso ha de ser uniforme (80-85% de las aves con peso igual a la media  $\pm$  10%); de no ser así la entrada en puesta será muy lenta, con un pico de máxima producción inferior y el manejo y la alimentación no serán los más adecuados para muchas aves.

Si se desea puesta precoz, hay que lograr ese peso mínimo antes, a través de un programa de alimentación distinto, con mayores niveles nutricionales. Hay que evitar la puesta precoz con un bajo peso vivo (lotes criados en zonas calurosas, en naves con ventanas y finalizando en mayo-agosto), pues causa muchos problemas: Caídas en el pico de puesta y/o menor persistencia al final, peor calidad de cáscara y más bajas por prolapsos y picaje, lo cual reduce la producción del lote al final del ciclo. El peso del huevo disminuye por partida doble (por comienzo temprano y por bajo peso corporal, 1g por 75 g de peso vivo).

**Métodos de control.** El mejor sistema consiste en criar a las pollitas en naves sin ventanas, usando fotoperíodos cortos (9-10 horas de luz) y débil intensidad de luz; o bien decrecientes, bajando lentamente de 24 a 10-12 horas. Tras el traslado a la nave de puesta se aumenta 1 hora de luz (las aves comenzarán a poner a los 8-14 días, según sean blancas o rubias) y a partir de aquí, 15-30 minutos por semana, hasta llegar a un máximo de 16-17 horas

de luz. Si van a una nave con ventanas, habrá que tener en cuenta la duración natural del día en esa fecha, para evitar cambios bruscos que nunca convienen.

La cría en naves con ventanas requiere soluciones más complejas. En otoño-invierno (fotoperíodo decreciente), la puesta se retrasará naturalmente 1-2 semanas (objetivo normal en España). Si no se desea su retraso, y el final de la cría es con días muy cortos (nov.-diciembre), habrá que mantener unas 12 horas desde las 14-15 semanas. En cambio, en las crianzas realizadas en primavera-verano hay que evitar que perciban el fotoperíodo creciente, diseñando un programa de luz, combinando luz natural y artificial, que en su conjunto deberá ser constante o en disminución.

**Vacunaciones.** Conseguir una adecuada protección de las aves y de su futura producción y calidad de huevos requiere inmunizarlas frente a 6-8 enfermedades distintas, algunas de las cuales precisan de revacunación para asegurar una correcta protección durante al menos 1 año de puesta. La vacunación de ponedoras adultas sólo se realiza en casos de emergencia, pues puede perjudicar su producción.

El diseño de un programa de vacunaciones ha de tener en cuenta los siguientes factores: Objetivos, situación epidemiológica (riesgos), compatibilidad o no de las distintas vacunas y minimizar la manipulación de las aves (más estrés y mayor coste de mano de obra), que en todo caso ha de ser cuidadosa. Existen diversos métodos de vacunación, más o menos adecuados según los medios disponibles y la enfermedad a prevenir: en agua (no es el más fácil), por spray o nebulización, vía intramuscular, ...

### 3.2 MANEJO Y ALIMENTACIÓN DE LAS PONEDORAS

#### Objetivos:

- Óptima producción en número y tamaño de huevos:
  - Adelanto de la madurez sexual
  - Aumento kg/huevo por ave alojada

- Óptima calidad interna y mínima proporción de huevos rotos y sucios
- Reducción de costes: Reducción de consumos de pienso e índices de conversión

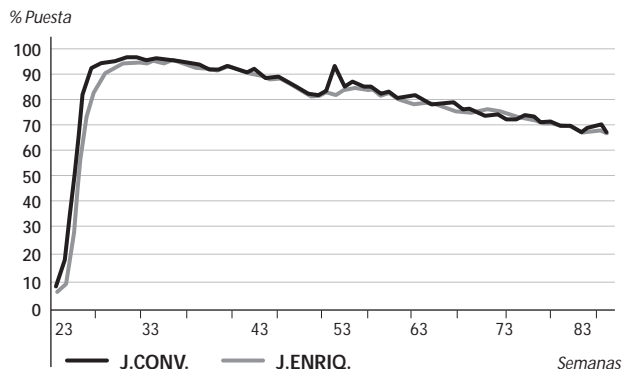
El ciclo productivo comprende 12-14 meses de puesta + 6-8 más si se practica la muda forzada.

### Organización de la producción

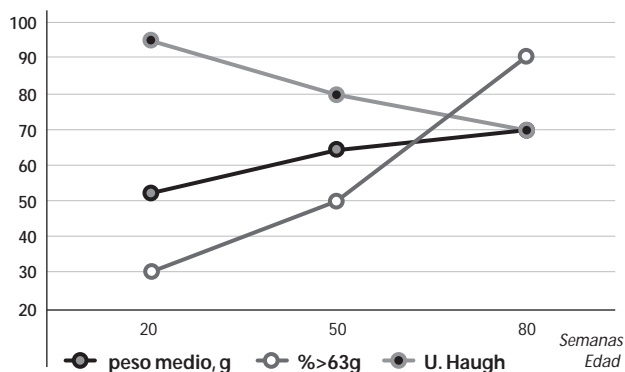
La productividad de las ponedoras varía a lo largo del ciclo de puesta (Figura 6) y también lo hace la calidad del producto: Con la edad aumenta el peso medio del huevo y su % de yema, se reduce gradualmente la consistencia del albumen y disminuye la fortaleza de la cáscara (aumentan las roturas). Todo ello de forma más acusada a partir de las 50-55 semanas de edad (Figuras 7, 8).

Esto hace necesario contar con varios lotes de ponedoras en producción, en distintas fases de puesta (por ejemplo 3 lotes escalonados unos 4 meses), para compensar estas variaciones y asegurar a los clientes un abastecimiento de huevos relativamente constante en cantidad y calidad. Por razones sanitarias todas las gallinas alojadas en una misma nave han de tener la misma edad y procedencia.

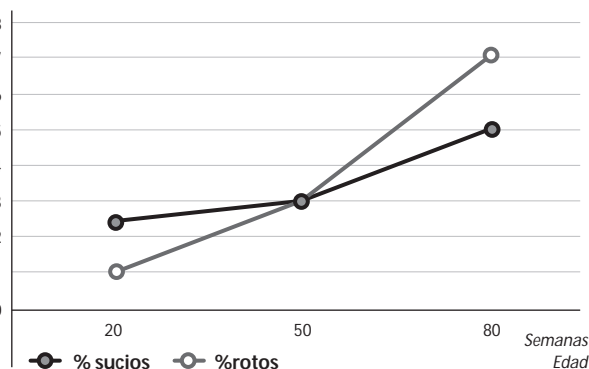
**Figura 6. Curva de puesta en 2 lotes de ponedoras de color**



**Figura 7. Evolución con la edad de la calidad del huevo**



**Figura 8. Evolución con la edad de la calidad del huevo**



### 3.2.1 Alojamiento

**Instalaciones.** Desde finales de los 80 se ha dado un intenso proceso de reforma y renovación de las granjas de puesta. Las futuras ponedoras han pasado a criarse en jaulas y en naves oscuras y se han construido nuevas naves de puesta de ambiente controlado ("oscuras"), alojando 50-100.000 gallinas en la misma nave. La conveniencia de disponer de una planta de envasado de huevos común, con máquinas clasificadoras de gran



capacidad (para amortizar su alto coste), ha aconsejado a muchos avicultores disponer sus naves en "complejos" de puesta, donde la relativa proximidad de aves de distintas edades hace aconsejable extremar las medidas de bioseguridad y de higiene en general. Estas instalaciones han de garantizar condiciones adecuadas de:

- **Temperatura.** El intervalo de confort es de 18-25°C y el óptimo de 20-24. En España no hay calefacción en las naves, se depende del aislamiento térmico para mantener la temperatura. Las altas temperaturas (+ de 25°C, y sobre todo más de 30°C) perjudican el índice de puesta, el tamaño de huevo y el consumo de pienso (que disminuyen) y los índices de mortalidad y de roturas (que aumentan). Los efectos de las altas temperaturas son más acusados si la humedad relativa es alta (eliminación de muy poco calor por evaporación) y en las aves de mayor edad y peso. También son negativas las variaciones térmicas bruscas.
- **Ventilación.** 3,5-6 m<sup>3</sup>/h/Kg de peso vivo según sea invierno o verano. Es necesaria la ventilación forzada a partir de 35 aves/m<sup>2</sup> (baterías de más de 3 pisos).
- **Iluminación.** Una vez alcanzadas las 16-17 horas de luz, este fotoperíodo debe mantenerse constante. Aportar 1-2 horas de luz a medianoche permite a las aves comer pienso cuando están formando la cáscara y se reducen roturas. Baja intensidad luminosa y preferiblemente encendido y apagado gradual de las luces.

**Baterías de puesta.** Una batería es un módulo de varias jaulas. Existen muchos modelos de baterías; básicamente se pueden dividir en tipo "flat-deck" (1 solo piso) y de varios pisos (2-4), dispuestos más o menos en forma de escalera. Las jaulas que ahora se utilizan se disponen verticalmente en pisos ("compactas"), con

cintas plásticas para la recogida de excretas, con lo que caben más filas en la misma anchura de nave al reducir las dimensiones de los fosos de deyecciones. Ahora se instalan hasta en 6-8 pisos, con lo que se precisan dispositivos especiales para recoger las bajas e inspeccionar las aves. En cada jaula se alojan entre 4 y 6 gallinas según sus dimensiones y el tamaño de las aves. El espacio de jaula por ave, el espacio de comedero y el tamaño del grupo influyen en el rendimiento de las ponedoras.

En los últimos años las jaulas han cambiado mucho: actualmente tienen mayores dimensiones de anchura que de fondo, una puerta más grande, de apertura fácil pero segura, tabiques sólidos de plástico o chapa y una pendiente suave para la recogida de huevos, con un deflector ("salvahuevos") a la salida. También han evolucionado los sistemas de recogida de huevos, para disminuir roturas; en lugar de que los huevos de los distintos pisos de jaulas desciendan a un transportador transversal, es éste el que se desplaza automáticamente a la altura de cada piso, y los huevos se alojan entre sus varillas para evitar colisiones.

**Densidad de población.** Es un factor importante en las naves de puesta. Aumentarla puede ser más o menos beneficioso, o perjudicial, según las condiciones generales de la nave y la coyuntura económica, pero la mayoría de las veces sólo sería admisible si los precios de los huevos permiten altos beneficios. En épocas de crisis (por excesos de producción) tiene poco sentido hacerlo, salvo para disminuir los costes fijos (luz, mano de obra, etc.); pero como contrapartida se contribuye a la crisis al aumentar el número de gallinas en producción.

En general se consigue una mayor producción por m<sup>2</sup>, pero descienden los rendimientos de la manada: más roturas, más mortalidad y picaje, menor consumo de pienso, y por ello menor peso vivo; disminuye la producción por ave alojada y el porcentaje de puesta. Será preciso además incrementar la ventilación.

Desde 1995 está plenamente vigente una directiva comunitaria sobre el bienestar de las ponedoras alojadas en batería.

Todas las jaulas deben tener:

- a) Superficie mínima por ave 450 cm<sup>2</sup>, medida en el plano horizontal.
- b) Mínimo de 10 cm de comedero por ave.
- c) Bebedero: idem o 2 boquillas por jaula (en los laterales).
- d) Altura mínima de 35 cm, siendo de 40 cm en el 65% de la superficie.
- e) Malla en la que puedan apoyar todos los dedos de las patas y pendiente del 14% (8°).

### 3.2.2 Suministro de pienso

En forma de harina con molturación no demasiado fina; en general no se utiliza pienso granulado, pero en algunos países (Reino Unido) se exige como medida de prevención contra Salmonella. Normalmente se utilizan sistemas automáticos de distribución como cadenas, carros-tolva, etc, que hacen más o menos pasadas según su capacidad de carga y el consumo de las aves, que debe de controlarse, así como asegurarse de que el reparto sea homogéneo y a horas fijas, para evitar desigualdad y estrés de las aves.

Generalmente el consumo es ad libitum, pero en ocasiones puede ser interesante racionarlas en la última fase de puesta. No hay que llenar excesivamente los comederos para evitar desperdicio. En épocas de calor disminuye el consumo; éste puede estimularse por reflejos condicionados, poniendo en marcha el sistema de distribución sin repartir más pienso. Se emplean 2-4 tipos de pienso según la fase de puesta.

### 3.2.3 Suministro de agua

Continuo y ad libitum. El agua es el nutriente más indispensable, y debe ser potable química y bacteriológicamente. Su restricción, aún por sólo pocas horas, produce efectos perjudiciales importantes y duraderos. Los sistemas de tetinas y cazoletas han sustituido a

los antiguos bebederos de canal; deben de colocarse en los tabiques de las jaulas para que en cada una se disponga de dos.

### 3.2.4 Recogida de deyecciones

Normalmente es automática, diaria o cada pocos días. En las modernas baterías se recogen en cintas de "presecado": con la misma temperatura del local se consigue bajar su humedad hasta el 50-60% según sistemas. Otra posibilidad es recoger la gallinaza húmeda con palas de arrastre y almacenarla en fosos en el exterior. La producción por ave y día alcanza 100-1500 g de heces frescas, secas el 20% o bien 1 m<sup>3</sup>/1000 gallinas y semana, incluyendo el agua añadida para que circule, en su caso.

Usos posibles de la gallinaza: Fertilizante de cultivos hortícolas y champiñones o materia prima para alimentación de rumiantes una vez seca. Actualmente se estudia su aprovechamiento energético.

### 3.2.5 Otras medidas higiénicas

- Observación de la manada y recogida de bajas. Diaria y completa. Eliminar los cadáveres por incineración (caro) o por putrefacción natural en fosa séptica de conveniente capacidad.
- Limpieza de pasillos, bombillas, cintas, etc.
- Triage. Selección, para su eliminación de las malas ponedoras. Se reconocen por varias características morfológicas. Los triajes deben realizarse al principio de puesta, después del pico y hacia las 45-50 semanas. Aunque se elimina a las aves poco productivas, lo cierto es que cuesta mucho en mano de obra y se hace poco.

### 3.2.6 Recogida de huevos

Mejor cuanto más frecuente (ideal 2 veces al día). Influye el programa de luz; si se desea una mayor puesta por la mañana, el mayor suplemento de luz debe ser de madrugada. Normalmente

la recogida es automática. Hay que evitar atascos en las cintas, que dan lugar a roturas, y asegurar su limpieza. En muchas granjas los huevos se clasifican y se embalan a medida que se recogen.

### 3.2.7 Registros

Todos los parámetros que interesa controlar y observaciones e incidencias, deben anotarse en los registros de puesta y separadamente para cada lote.

### 3.3 MANEJOS ESPECÍFICOS

**Alimentación por fases de producción.** A lo largo del período de puesta se producen cambios muy significativos en la productividad y en la calidad de la cáscara; también cambia el consumo de pienso y el crecimiento de las aves (Cuadro 5). Por lo tanto, las aves tienen distintas necesidades nutritivas en cada fase productiva, por lo que trabajar con distintas raciones para cada una de ellas contribuye a alcanzar una producción óptima y un importante ahorro en el coste de alimentación (2/3 del coste de producción).

*Cuadro 5. Cambios que justifican la alimentación por fases de las ponedoras*

Fase de Puesta Edad Semanas	1 20-36	2 37-53	3 54-70
Aumento de peso, g	+300	+100	-
Índice de puesta	Hasta 90-95%	Descenso lento (< 0,5% / semana)	Descenso rápido (>0,5% / semana)
Peso del huevo, g	+ 10-15 g	+ 3-4 g	+ 1-2 g
Masa diaria de huevos	+ 20-30 g	Casi constante	- 3 g
Consumo de pienso, g	Aumento rápido( 30-40 g)	Casi constante	Casi constante
% de roturas	Bajo y constante	+0,1% / semana	+0,2% / semana

**Muda forzada.** Consiste en provocar a las gallinas que ya están al final de su primer ciclo un cese de la producción de huevos que permite un segundo ciclo, de unos 6 meses, con aumento de la puesta (alcanzan picos de 80-85%), una mejora de la fortaleza de la cáscara y de la calidad del albumen y un aumento adicional del tamaño del huevo. Ello se debe a la regresión y posterior regeneración del aparato reproductor, ligada a los cambios de peso vivo (25-30%) que provocan los métodos empleados para detener la puesta (en general 1 mes) y después recuperarla. Existen diversas técnicas de muda forzada, basadas bien en un ayuno de pienso inicial durante varios días, seguido del suministro de un pienso racionado y/o nutritivamente pobre, o bien en aportarles un pienso con ciertos nutrientes deficitarios (sal, calcio,...) o en exceso (zinc).

La muda forzada es más conveniente económicamente cuando los precios del huevo son bajos y altos los de las pollitas de reposición. Hoy esta práctica se halla en entredicho, tanto por razones de bienestar animal, como por la posibilidad de que esta técnica, especialmente si se basa en el ayuno de pienso (más estresante), pueda aumentar la eliminación de Salmonellas por las aves.

**Producción de huevos para la industria.** En la producción de huevos para consumo directo el tamaño de huevo alcanzado es un factor primordial en la rentabilidad. El potencial de 19-20 kg de huevos por gallina y año puede expresarse de distintas formas (300 huevos \* 62 g, 290 \* 64, 280 \* 66,...), pero el valor económico de la producción es muy distinto en cada caso. El manejo y la alimentación de las ponedoras deberán adaptarse al objetivo de tamaño de huevo deseado.

Pero si se trata de producir huevos para la industria conviene revisar muchos planteamientos válidos para el producto tradicional. Estos huevos se comercializan frecuentemente sin clasificar; el color de la cáscara carece de importancia (y no hay diferencias importantes de calidad entre huevos blancos y morenos);

y la calidad bacteriológica es determinante para las plantas de procesado. Por ello será distinto el orden de prioridad en los objetivos productivos y, en consecuencia, se podrá considerar si conviene modificar el manejo y la alimentación de los lotes de gallinas destinados a este fin (Cepero y Lafuente, 2000). Todo ello se resume en el Cuadro 6:

**Cuadro 6. Diferencias en la producción de huevos destinados al consumo directo y a la fabricación de ovoproductos**

	HUEVO DE MESA	HUEVO INDUSTRIAL
<b>Venta de huevos</b>	Por docenas, precio según tamaño	Por Kg, sin clasificar
<b>Prioridades</b>		
<b>Económicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• conversión de pienso por docena</li> <li>• máximo % clases L y XL,</li> <li>• mínimo % roturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conversión por kg de huevos</li> <li>• Maximizar kg huevos/gallina alojada</li> </ul>
<b>Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tamaño del huevo</li> <li>• solidez y color de la cáscara</li> <li>• pigmentación de la yema</li> <li>• calidad interna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad bacteriológica</li> <li>• % yema y/o albumen</li> <li>• calidad interna</li> <li>• pigmentación de la yema (pero distinta)</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximizar tamaño:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximizar kg huevos:</li> </ul>
<b>Repercusiones en las técnicas de producción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estirpes semipesadas</li> <li>• Retrasar inicio puesta (estimulación lumínica tardía)</li> <li>• Niveles nutricionales más altos: Energía, Proteína, Linoleico, Ca, P</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estirpes ligeras</li> <li>• Adelantar inicio puesta (estimulación precoz, piensos prepuesta)</li> <li>• Mayores niveles de Metionina y Lisina; Mayor proporción de grasas</li> </ul>

Los aspectos más importantes a tener en cuenta son:

1. El tamaño de huevo pasa a tener una importancia secundaria (de hecho los huevos muy grandes causan problemas en el proceso de cascado y separación). Por ello se pueden destinar a este fin los huevos menos valorados en el mercado de con-

sumo, o adaptar las técnicas para producir huevos más pequeños y optimizar el coste del kg de huevos, evitando el derroche económico que supone buscar a ultranza el máximo tamaño.

2. La pigmentación de la yema más conveniente para la industria puede ser distinta. En el huevo normal los colores anaranjado-rojizos que se demandan exigen combinar xantofilas amarillas y rojas. En el huevo "industrial" a menudo conviene una mayor saturación en amarillas y limitar o no usar en absoluto las rojas, para que los productos acabados no adquieran un color poco natural. Esta pigmentación depende del tipo de ovoproducto y cambia especialmente en los sometidos a cocción.
3. Conseguir huevos de óptima calidad higiénica. Es sin duda la necesidad más importante para la industria. La carga bacteriana inicial influye mucho en la eficacia del proceso de pasteurización y en la calidad microbiológica de los ovoproductos. Se deben dedicar esfuerzos a mejorar las condiciones generales de higiene de la granja, con gallinas libres de Salmonella, y a producir huevos con cáscara limpia, controlando los factores de manejo y alimentación que pueden aumentar el % de huevos sucios.

También hay que tener en cuenta que en los huevos conservados durante demasiado tiempo, o a temperatura excesiva, aumentan las posibilidades de contaminación de la yema por Salmonella (que penetra fácilmente a través de una membrana vitelina que se ha hecho demasiado permeable). A partir de este momento la velocidad de proliferación bacteriana es función de la temperatura. Por ello lo ideal sería que los huevos destinados a la industria y no expedidos rápidamente se mantuvieran en cámara frigorífica, o al menos por debajo de 15 °C, y durante un plazo menor de una semana.

4. Los huevos con buena calidad interna, y cuya frescura se mantiene, ayudan a obtener ovoproductos de calidad. El primer punto depende de muchos factores, principalmente la edad de las gallinas y determinados ingredientes o nutrientes que pueden entrar en su dieta. El segundo aspecto depende de las condiciones de conservación, pues a una temperatura ambiente moderada ya se pueden apreciar cambios en las proporciones y en las propiedades funcionales de los componentes del huevo, mucho más acusados si se superan los 25 °C o las 2 semanas en almacén.
5. Los factores de producción pueden modificar el rendimiento y la composición química de los componentes y sus propiedades funcionales. Aunque se han publicado relativamente pocos estudios sobre estos temas, está bastante claro que la edad de las aves, su alimentación (en particular los niveles de grasa, metionina y lisina), e incluso el tamaño de los huevos producidos, originan cambios en todos o algunos de estos aspectos. También se ha constatado la influencia de algunas condiciones de manejo (temperaturas, muda forzada) y que existen diferencias muy significativas para estos parámetros entre las actuales estirpes de ponedoras.

#### 4 CONSECUENCIAS DE LA NUEVA NORMATIVA COMUNITARIA

##### 4.1 ANTECEDENTES

La implantación de las jaulas de puesta para alojar a las ponedoras data de finales de los años 50. Este sistema se desarrolló para separar a las aves de sus deyecciones, mejorando así su sanidad y la higiene de los huevos producidos, siendo la recogida de éstos facilitada por su piso inclinado y una bandeja exterior. Al disponerlas en hileras ("baterías"), pronto se automatizó la alimentación de las aves y la recogida automática de los huevos.

Con el tiempo, las jaulas fueron cambiando en muchos aspectos; a fin de alojar más aves en la misma nave, las filas se adosaron de 2 en 2 ("flat-deck"), para pasar después a colocarse en varios pisos, y el tamaño de grupo se fue ampliando, pero se mantuvo pequeño (5-6 aves). El diseño y calidad de los materiales, así como los sistemas de distribución de pienso y agua, recogida de huevos y eliminación de excrementos han sido continuamente mejorados. En la mayoría de los países desarrollados más del 90% del censo de ponedoras se aloja en baterías de puesta.

Desde muy pronto los grupos de protección animal se opusieron radicalmente a este sistema, por la limitación de espacio para las aves (que la presión de los costes iba reduciendo) y de la imposibilidad de que las gallinas efectúen algunas de sus pautas de comportamiento en libertad, como la anidación, el aselamiento en perchas, o el uso de un sustrato para escarbar y limpiar su plumaje (baño "de arena").

Se ha tendido a identificar el bienestar con un comportamiento "natural" de las aves, afirmando que sufren un estado de frustración a causa de la restricción de espacio físico, que les dificulta expresar sus pautas de comportamiento naturales, y a un entorno pobre en estímulos; lo cual se manifestaría por la aparición de comportamientos anormales y/o repetidos múltiples veces, sin objeto aparente (estereotipados). También se ha criticado el deterioro y pérdida de plumaje que causa el rozamiento con los tabiques y, con menor fundamento, las lesiones plantares (debidas a mala calidad o mal estado de la malla) y la fragilidad ósea, probablemente más relacionada con la alta producción de huevos que con la limitación de movimientos.

Por ello en 1987 la entonces CEE promulgó una Directiva sobre normas mínimas de bienestar aplicables a las ponedoras en jaulas, aún vigente en la actualidad, y que fue la primera normativa restrictiva de los sistemas de producción ganadera, a la que siguieron más tarde nuevas disposiciones para otras especies animales. Dicha Directiva imponía un mínimo espacio por

ave de 450 cm<sup>2</sup>, con el fin de homogeneizar las condiciones de producción en la Comunidad (los países nórdicos ya estaban exigiendo 600), pero su cumplimiento ha sido desigual. Ya entonces se preveía su modificación posterior, una vez elaborado un informe científico por un Comité de expertos que debía tener en cuenta los resultados de nuevas investigaciones sobre el bienestar de las ponedoras en jaulas de muy distinto diseño y de los sistemas llamados alternativos (sin jaulas), como aviarios, "perchiaros" y explotación sobre cama y al aire libre, entre otros, que la UE ha estado estimulando mientras tanto.

#### 4.2 SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS

##### CLASIFICACION LEGAL (Rglto. CEE 1274/91)

1. **EN ASELERADO** (Aviarios, "Percheries")  
*Máximo 25 aves/m<sup>2</sup>, 15 cm percha/ave*
2. **EN SUELO** (Cama profunda - Deep litter)  
*Máximo 7 aves/m<sup>2</sup>, cama en 1/3 superficie como mínimo*
3. **EN PARQUE** (Semiextensivo - Plein air)  
*Acceso constante a parques al aire libre, con vegetación*  
*Máximo 4.000 gallinas/Ha (2,5 m<sup>2</sup>/ave)*  
*Interior gallinero, como 1 ó 2*
4. **CAMPERAS** (Extensivo - Free range)  
*Máximo 1.000 gallinas/Ha (10 m<sup>2</sup>/ave)*  
*Interior gallinero, como 1 ó 2*

Recientemente el Reglamento CE 1651/2000 ha simplificado esta clasificación e impuesto la obligatoriedad a partir de 2004 de especificar en huevos y/o envases el sistema de producción, que corresponderá a: a) gallinas criadas en jaulas; b) gallinas criadas en suelo (máximo 9 gallinas/m<sup>2</sup>, o 12 hasta 2012, en explota-

ciones ya en funcionamiento); c) gallinas camperas (con salida libre a parque, a una densidad máxima de 2500 aves/Ha, es decir, 4 m<sup>2</sup> por gallina).

Desde un punto de vista más técnico, la amplia variedad de sistemas alternativos a las jaulas de puesta puede clasificarse (aunque existen modelos mixtos, como el Natura) como sigue:

1. **DE ALTA DENSIDAD**, en varios planos (10-25/aves/m<sup>2</sup>)  
*Aviarios : Natura, TWF (Holanda), Gleadthorpe (Reino Unido)*  
*Voladeros : Oli-Voletage (Alemania), Percheries (Reino Unido)*
2. **DE DENSIDAD MEDIA**, en un solo plano (3-10/aves/m<sup>2</sup>)  
*Cama permanente*  
*Patios cubiertos con paja*
3. **AL AIRE LIBRE**  
*Semiintensivo ≤ 1000 gallinas/Ha (10 m<sup>2</sup>/gallina)*  
*Extensivo ≤ 400 gallinas/Ha (25 m<sup>2</sup>/gallina)*

##### Cuadro 6. Sistemas alternativos vs. Jaulas de puesta

Ventajas	Sin diferencias	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• variedad de comportamientos</li> <li>• mejor plumaje aves</li> <li>• mayor fortaleza ósea</li> <li>• buena imagen del producto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• calidad interna huevo</li> <li>• valor nutritivo</li> <li>• sabor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• más riesgos sanitarios: parásitos, micoplasmas, picaje y canibalismo</li> <li>• calidad higiénica huevo</li> </ul>

Según reconoce el Comité Científico Veterinario de la CE, en los sistemas (más o menos extensivos) que se proponen como alternativas a las jaulas suelen existir en la práctica deficiencias higiénicas y ambientales, y en la nutrición y el manejo de las aves. Lo cual, junto a la incidencia de parasitismos, la posible acción de depredadores y el mayor riesgo de brotes graves de picaje y canibalismo, determina habitualmente una mayor mortalidad de las aves que en las tan denostadas baterías. Y, aunque se suele asumir

que los sistemas intensivos de alojamiento son estresantes para los animales, el hecho es que en los sistemas alternativos se detectan frecuentes reacciones de miedo y de agresividad entre las aves.

Pero el mayor problema de estos sistemas radica en la frecuente peor calidad de los huevos obtenidos y en su coste considerablemente mayor, debido a una productividad a menudo inferior a la que se obtiene en jaulas, con unos consumos de pienso mucho mayores (135-150 g/día vs. 110-120). En la calidad del huevo, en contra de lo que creen muchos consumidores, no hay diferencias importantes en los principales parámetros de calidad comercial (suelen ser más variables), ni en su valor nutricional (las diferencias son insignificantes), ni en su calidad sensorial (no diferenciable en igualdad de condiciones). Es en el aspecto higiénico donde estos huevos tienen sus mayores desventajas, pues el % de huevos sucios es mucho mayor (comparativamente un 50-100% más), al igual, en general, que su nivel de contaminación bacteriana. Se ha constatado una peor estructura de la cáscara (que favorece la penetración de gérmenes) y más residuos de medicamentos, sobre todo antiparasitarios en huevos de gallina campera.

#### 4.3 LA NUEVA DIRECTIVA 1999/74/CE

En plena "crisis de las dioxinas", el Consejo de Ministros de Agricultura de la UE aprobó una normativa mucho más radical, que iba más allá de las recomendaciones formuladas por el Comité Científico Veterinario, y que será aplicada en dos fases. Desde el 1 de Enero de 2003, todas las jaulas entonces en uso deberán tener una altura mínima de 40 cm en el 65% de su superficie (en el resto 35 cm como mínimo), una pendiente máxima del 14% y aportar al menos 10 cm de comedero por ave, condiciones ya exigidas por la Directiva vigente; pero además tendrán que incluir un dispositivo de limado de uñas y garantizar un espacio mínimo de 550 cm<sup>2</sup>/ave (lo que equivale a una gallina menos por jaula).

A partir de esta fecha, todas las jaulas instaladas por primera vez deberán cumplir además:

- 750 cm<sup>2</sup>/ave (útiles 600)
- 2.000 cm<sup>2</sup> de superficie total mínima
- Presencia de nidal y cama
- Presencia de una o varias perchas, 15 cm/ave
- Espacio mínimo de comedero, 12 cm/ave
- Altura mínima, 45 cm (20 cm libres por encima del nidal y/o zona de cama)
- Distancia mínima del piso inferior al suelo de 35 cm
- Pasillos de servicio de 0,90 m de anchura

Estas disposiciones serán obligatorias para TODAS las jaulas desde el 1 de Enero de 2012.

La obligación de incluir estos accesorios y, sobre todo, el aumento de todas las dimensiones de las jaulas significa que ninguno de los modelos actualmente en uso es válido a partir de 2012.

La nueva Directiva europea también impone diversas limitaciones para los llamados "sistemas alternativos", que deben cumplirse desde 2002 (nuevas instalaciones), o desde 2007 (todas), pues como ya se indicó también se constatan frecuentes problemas de bienestar. Otros aspectos importantes son la limitación del corte de picos de las pollitas a una edad anterior a los 10 días (tras haberse barajado su total prohibición, que hubiera entrañado graves riesgos de picaje y canibalismo) y la falta de alusión a la práctica de la muda forzada, también muy criticada, aunque en teoría los sistemas basados en un período de ayuno de pienso (los más eficaces y utilizados en la práctica) estarían fuera de la ley, que impone que las gallinas tengan acceso al pienso todos los días.

#### 4.4 POSIBLES REPERCUSIONES DE SU APLICACIÓN

A pesar de las investigaciones realizadas durante más de una década sobre este nuevo concepto de jaulas, denominadas "enri-

quecidas" o "equipadas" (Figura 9) aún es mucho lo que queda por conocer. Los diseños actuales son prototipos provisionales, pues la mayoría de los modelos han sido improvisados por los fabricantes tras conocer las disposiciones definitivas de la Directiva y no han sido ensayados hasta hace poco en condiciones próximas a las comerciales, donde pueden surgir otros problemas. Tampoco se puede descartar que distintas condiciones

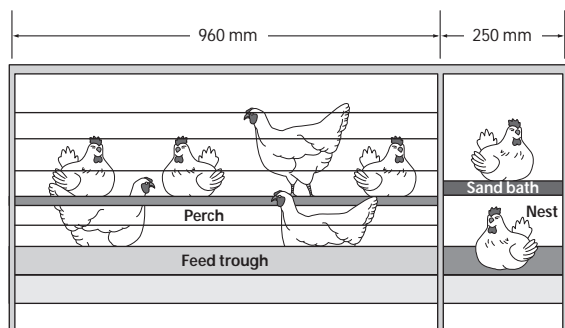
climáticas o diferencias entre las actuales estirpes de ponedoras puedan tener consecuencias relevantes. Por otro lado, dada la relativa diversidad de prototipos, los resultados difieren en diversos aspectos. El Cuadro 7 resume las ventajas e inconvenientes de estas jaulas; en general éstos últimos son mayores en las jaulas para gran tamaño de grupo (15-40 aves), especialmente en mortalidad (y más si no se cortan picos) y calidad del huevo.

**Cuadro 7. Ventajas e inconvenientes de las jaulas "enriquecidas"**

<b>Comportamiento de las aves</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del nido, 85-95% de las gallinas</li> <li>• Uso de la percha, 25-30% por el día y 90% por la noche</li> <li>• Uso del baño, 20-50% de las aves, muy poco tiempo (1-2 h)</li> <li>• Mayor agresividad (en grupos de gran tamaño)</li> <li>• Posibles dificultades de adaptación de las pollitas</li> </ul>
<b>Sanidad de las aves</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora el estado de dedos y uñas</li> <li>• Menos heridas por arañazos (dorso)</li> <li>• Aumento resistencia ósea (15%) ¿Menos fracturas en matadero?</li> <li>• Deformación de la quilla (a causa de las perchas)</li> <li>• Plumaje algo mejor, aves más sucias</li> <li>• Bajas pueden aumentar en grupos grandes (picaje)</li> </ul>
<b>Producción y manejo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de puesta y peso del huevo similares</li> <li>• Perchas reducen consumo pienso, pero el mayor espacio lo aumenta</li> <li>• Datos varían según modelos, estirpes, y tamaño de grupo</li> <li>• Se precisa más trabajo (baño)</li> <li>• Vigilancia y limpieza más difícil</li> </ul>
<b>Calidad del huevo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados según diseños: 10-15% más huevos de 2ª calidad:</li> <li>• Más huevos rotos</li> <li>• Menos (a veces más) huevos sucios</li> <li>• Calidad comercial semejante</li> <li>• Calidad higiénica: Algo inferior, y más factores de riesgo</li> </ul>
<b>Costes de producción y competitividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento seguro, pero de difícil estimación</li> <li>• El mayor espacio es el factor fundamental: Más naves y equipos.</li> <li>• Aumento índice conversión (menor Tª) y de costes de mano de obra</li> <li>• "Baño de arena" muy costoso en equipo, mantenimiento, y material</li> <li>• Jaulas (por ahora) muy caras</li> <li>• Posible pérdida del mercado interior y exterior de ovoproductos</li> <li>• Pérdida de competitividad ante huevos importados, de menor coste</li> </ul>



Figura 9. Jaula enriquecida Victorsson para 8 aves



(©Tauson, 2000)

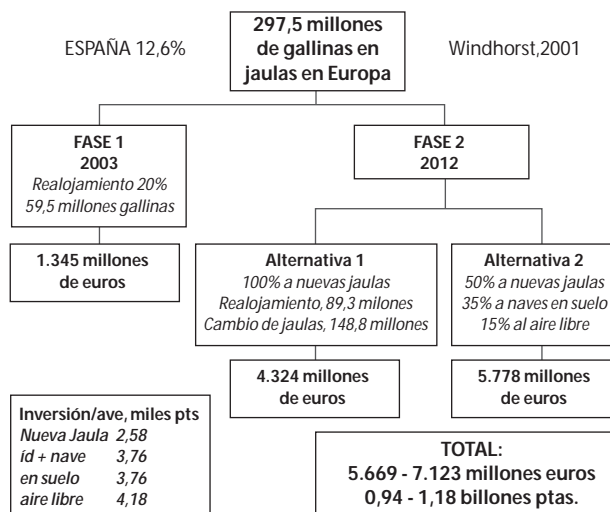
En general el uso de los accesorios instalados es alto, excepto para el "baño de arena", cuya necesidad real sigue siendo muy discutida. La mejora más relevante de la condición física de las aves es una mejor conservación de la cubierta de plumas, sin que haya grandes diferencias en sanidad y % de mortalidad. Los resultados técnicos son bastante comparables a los de las jaulas actuales, aunque la menor densidad de población dentro de la nave puede hacer muy difícil alcanzar las temperaturas adecuadas en ciertas zonas, afectando negativamente a los índices de conversión. Aumenta la proporción de huevos sucios y rotos (un 10-20% más), aunque ésta es mucho peor en los sistemas sin jaulas.

El mayor problema es el aumento de los costes de producción, que se han estimado en 20-25 pts/docena (+ 25%), derivado del mayor coste por ave de las nuevas jaulas (¿15-50% más?), pero sobre todo del aumento del espacio por ave (casi 2 veces el actual), con la consiguiente repercusión sobre las inversiones necesarias y los gastos fijos. Por ello, quizá una parte de la producción de huevos se desvíe en el futuro a los sistemas alternativos, donde los costes de producción son bastante mayores que en las jaulas actuales (+ 50-100%). En conjunto y según recientes estimaciones (Figura 10), la nueva

Directiva podría costar al sector europeo más de 7.000 millones de euros en inversiones (el 12% en España).

A ello se añade la posible pérdida de competitividad dentro y fuera del mercado interior europeo. Por ahora no parece posible que la Organización Mundial de Comercio vaya a aceptar la imposición de barreras comerciales a los productos importados de países que no cumplan estas normativas; también hay riesgo de perder el mercado mundial de ovoproductos, donde el precio es esencial. Tampoco parece que los consumidores europeos, al menos la mayoría de ellos, estén dispuestos hoy por hoy a pagar más por productos teóricamente más "naturales", pero sin duda alguna mucho más costosos. Y algunos países, como Alemania, han abogado ya por una próxima prohibición de cualquier tipo de jaula de puesta. En conclusión, el sector de producción de huevos español encara hoy un futuro a medio plazo lleno de incertidumbres.

Figura 10. Costes de capital de la Directiva para el sector europeo de producción de huevos



## Bibliografía

### *Sector de puesta y sistema de producción*

- 1 BUXADÉ, C. (2000). La gallina ponedora (2ª edición). Ed. MundiPrensa, 631 pp.
- 2 CASTELLÓ, J.A.; PONTES, M.; FRANCO, F. (1989). Producción de huevos. Ed. Real Escuela Avicultura, Arenys de Mar, 367 pp.
- 3 CEPERO, R. (1996). Calidad de huevos y pollo ¿mejor o peor?. Selecciones Avícolas, número especial 100 años de avicultura española, vol. 38 (5), pp. 43-55.
- 4 CEPERO, R.; LAFUENTE, R. (2000). Ovoproductos: Necesidad y producción (III). Selecciones Avícolas, vol. 42 (3), pp. 139-152.
- 5 CEPERO, R. (2000). La calidad del huevo y el método de producción (I y II). Selecciones Avícolas, vol. 42 (8), pp. 469-477, y (9), pp. 535-538.
- 6 INSTITUTE DE SÉLECTION ANIMALE (2000). Guía de manejo de la ponedora ISA Brown.
- 7 SAUVEUR, B.; ANTOINE, H; RICARD, F. (1993). Egg characteristics in two ancient experimental lines of layers compared to a modern commercial line. Proc. V Eur. Symp. on the Quality of Eggs and Egg Products, Tours, France, pp. 391-396.
- 8 THARRINGTON, J.B.; CURTIS, P.A.; JONES, F.T.; ANDERSON, K.E. (1999). Comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single comb White Leghorn. Poultry Sci., 78:591-594.
- 3 ELSON, A. (1999). Efectos de la Directiva 1999/74/CE sobre jaulas de puesta: Producción, calidad, salud y costes de las jaulas enriquecidas. XXXVI Symp. Sec. Esp. WPSA, Valladolid, pp. 23-29.
- 4 FAURE, J.M. (2000). Bienestar de las gallinas ponedoras ¿Necesidades o preferencias? XXXVII Symp. Sec. Esp. WPSA, I Congreso Internacional de Sanidad y Producción Animal, Barcelona, Noviembre 2000, pp. 24-28
- 5 FISK- van NIEKERK, T.C.G.M.; REUVENKAMP, B.F.J.; van EMOUS, R.A. (2000). Experiencias con distintos modelos de jaulas equipadas. XXXVII Symp. Sec. Esp. WPSA, I Congreso Internacional de Sanidad y Producción Animal, Barcelona, Noviembre 2000, pp. 49-60.
- 6 TAUSON, R. (2000). Producción, salud y manejo en jaulas equipadas. XXXVII Symp. Sec. Esp. WPSA, I Congreso Internacional de Sanidad y Producción Animal, Barcelona, Noviembre 2000, pp. 31-48.
- 7 WINDHORST, H.W. (2001). Enriched layer cages and open markets for agricultural products – Is there a chance for the European egg industry? Int. Egg Commission Meeting, London 2001, policopiado (14 pp.).

### *Consecuencias de la nueva normativa europea*

- 1 CEPERO, R.; YANGÜELA, J.; LIDÓN, M.D. (2000a). Calidad del huevo en jaulas enriquecidas. XXXVII Symp. Sec. Esp. WPSA, I Congreso Internacional de Sanidad y Producción Animal, Barcelona, Noviembre 2000, pp. 61-80.
- 2 CEPERO, R.; MARIA, G.; HERNANDIS, A. (2000b). Productividad en jaulas enriquecidas: Resultados preliminares. XXXVII Symp. Sec. Esp. WPSA, I Congreso Internacional de Sanidad y Producción Animal, Barcelona, Noviembre 2000, pp. 176-181.





# 2

## **La Granja de puesta: nutrición y sanidad del ave**

D. Andrés Ortiz García-Vao

## 2

**La Granja de puesta: nutrición y sanidad del ave**

D. Andrés Ortiz García-Nao

*Veterinario. NUTEGA***1 INTRODUCCIÓN**

La alimentación de la gallinas ponedoras de huevos representa el 55-60% del coste total de producción de una docena de huevos, así pues, resulta claramente de vital importancia optimizar el manejo alimenticio a realizar. En el caso de la ponedoras comerciales, el objetivo esencial de la nutrición será obtener del ave su máximo potencial para lograr todo el rendimiento que es capaz de dar genéticamente: número de huevos, tamaño de huevos, calidad interior del huevo, calidad de la cáscara, etc.

Para obtener la mejor eficacia de un alimento, cantidad ingerida y composición del alimento están íntimamente ligadas.

**2 MANEJO ALIMENTICIO CUALITATIVO**

La influencia de la calidad de la ración suministrada a las aves sobre la producción de huevos es determinante. Con ello queremos decir que cualquier nutriente y/o materia prima incluido en la alimentación de la ponedora puede influir en mayor o menor medida en la puesta, tamaño de huevo, calidad de huevo, etc., por citar los principales aspectos interesantes a la hora de comercializar el producto.

Entre los nutrientes que determinan la producción de manera significativa tenemos: energía, proteína bruta- aminoácidos, calcio, fósforo, ácido linoleico, xantofilas y vitaminas.

**3 INFLUENCIA DE NUTRIENTES****3.1 ENERGÍA**

Por lo general la energía metabolizable de una fórmula de pienso de gallinas ponedoras supone un 65-70% del coste total de dicha fórmula. En determinadas situaciones puede resultar muy interesante para optimizar resultados técnicos y/o económicos, aumentar o disminuir el contenido energético de la dieta.

Existe una buena correlación entre la concentración energética del pienso y el consumo diario de la gallina. La gallina ponedora regula bien su consumo de pienso de manera que diariamente ingiere la misma cantidad de energía metabolizable siendo índices de consumo inversamente proporcionales a la tasa de energía utilizada, si bien hay algunos factores que influyen en el consumo diario de la gallina ponedora:

- Temperatura y humedad del gallinero.
- Concentración energética del pienso.
- Edad del ave.
- Concentración de proteína y aminoácidos del pienso.
- Nivel del calcio en pienso.
- Presentación del pienso (harina o migajas)

La gallina ponedora dentro de un intervalo de concentración energética (entre 2600-2900 Kcal/EM/kg) regula su consumo de pienso para mantener constante su ingesta de energía. Sin embargo, aunque ciertamente este mecanismo de regulación metabólica existe, está comprobado que con concentraciones energéticas elevadas, las gallinas incrementan también su consumo energético, mejorando ligeramente el peso del huevo y produciéndose un engrasamiento del animal, sin modificarse el porcentaje de puesta (Morris, 1969).

Existen numerosas ecuaciones de regresión para determinar las necesidades energéticas diarias de la gallina ponedora.

Referencia	Ecuación
Leeson, 1973	$EMI = 0,394P^{0,75} + 4,65AP + 2,69PHU + 62,87$
Emmans, 1974	$EMI = (1702,2T)P + 5AP + 2 PHU$
ARC, 1975	$EMI = 125,3 + 65,8P^{0,75} + 2,75(AP + PHU)$
Mannlon y Cloud, 1984	$EMI = 105,2P^{0,75} + 2,1PHU$
NRC, 1984	$EMI = (173 + 1,97T)P^{0,75} + 5,5AP + 2,07PHU$

EMI = Ingesta de EM (Kcal/día)  
P = Peso de la gallina (g)  
AP = Ganancia de peso (g/d)  
PHU = Producción de huevos (g/d)  
T = Temperatura (OC)

Como se observa en estas ecuaciones las necesidades energéticas de la gallina ponedora van en función del peso del ave, la temperatura (las necesidades de energía bajan al aumentar la temperatura del gallinero), el aumento de peso corporal de la gallina y la producción de huevos.

Como conclusión podemos estimar que las necesidades energéticas diarias de una gallina ponedora en condiciones normales de temperatura y manejo son de 290 a 305 Kcal de energía metabolizable para estirpes blancas y de 310 a 325 para estirpes de color.

Existe una respuesta definitiva en forma de producción de huevos a la ingesta energética para valores comprendidos entre 184 y 312 Kcal/ave/día. Con ingestas energéticas muy elevadas también existe una pequeña influencia para ingestas proteicas ente 13-21 g/ave/día. Sin embargo, cuando la ingesta energética es limitante, se observa un incremento importante en la producción de huevos al incrementar la ingesta proteica.

En cuanto al tamaño del huevo, también puede verse influido por el nivel energético de la dieta, si bien es más determinante en este aspecto la ingesta proteica del ave.

Cuando las dietas son insuficientes desde el punto de vista energético la respuesta a los incrementos proteicos no es notable debido a la utilización de la proteína que con fines energéticos realiza la gallina.

### 3.2 PROTEÍNA BRUTA - AMINOÁCIDOS

Como hemos visto en el apartado anterior la ingesta proteica de la dieta puede influir la producción de huevos, así como de manera más importante el peso o tamaño del huevo. Los aminoácidos azufrados, principalmente la metionina, resultan determinantes. Lisina y treonina también deben ser tenidos en cuenta a la hora de establecer los mínimos requeridos por el ave para no penalizar la producción de la misma.

#### *Influencia de la proteína de la dieta y la suplementación en metionina sobre el tamaño del huevo (entre las 20-32 semanas de vida).*

Tratamiento	INGESTA DIARIA				
	Puesta (%)	Peso Huevo (g)	Pienso (g)	Proteína (g)	AA Sulfurados (mg)
Control (17%PB)	84,6	53,9	104	17,7	676
Control +0,1% metionina añadida	82,6	54,2	105	17,7	788
22% proteína	84,4	54,1	105	23,1	777

En ocasiones (situaciones de mercado, problemas de cáscara), puede resultar interesante reducir el tamaño del huevo, pero para ello es necesario limitar drásticamente el porcentaje de proteína bruta de la dieta.

#### *Efecto del nivel de PB de la dieta sobre el tamaño del huevo (gallinas de 60 semanas de edad).*

% PB dieta	% Puesta	Consumo diario de pienso (g)	Peso huevo (g)	Ingesta protéica diaria (g)
17	78,8	114	64,8	19,4
15	77,5	109	64,3	16,4
13	78,3	107	62,2	13,9
11	72,7	108	61,7	11,9
9	54,3	99	58,2	8,9

Niveles del 13% de PB son suficientes para, manteniendo la producción de huevos, rebajar el tamaño del huevo en 2g. Por debajo de este nivel, la bajada de tamaño se acompaña de una dramática disminución del número de huevos.

En la 1ª parte de la puesta (22-36 semanas de vida) las necesidades nitrogenadas son mayores que posteriormente.

**Necesidades diarias de la gallina ponedora en PB y aa**

	PB g/día	Lisina	Met.	M+C	Trip	Treo
22-36 sem	18	0,78	0,38	0,67	0,18	0,54
> 37 sem	17	0,72	0,36	0,63	0,17	0,50

**3.3 CALCIO**

La cáscara es el embalaje que utiliza la gallina para el huevo. De su integridad va a depender en gran medida la calidad y vida útil del huevo, por lo que resulta importante realizar todos los esfuerzos posibles para mantenerla intacta. La cáscara representa el 10% del peso del huevo, y su composición es prácticamente (94%) carbonato cálcico.

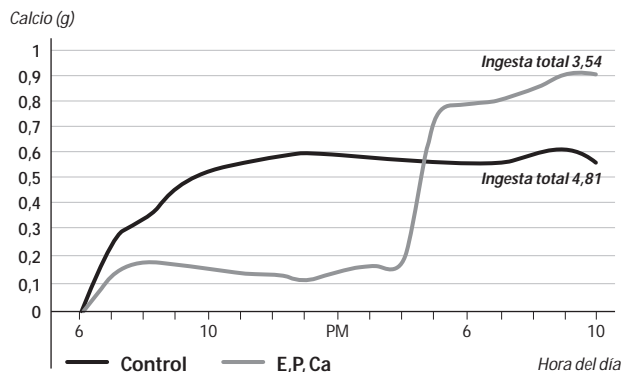
Dicho carbonato tiene dos procedencias, una la alimenticia, dependiente del nivel de la dieta, y otra interna procedente de las reservas medulares de la gallina.

Para no producir movilizaciones del calcio óseo, lo que provocaría descalcificaciones de graves consecuencias para el ave, se proporciona en la dieta niveles del 3,5-4,2% de carbonato cálcico, que en su mayoría irá a formar parte de la cáscara; niveles del 5,5-6% de carbonato pueden producir descensos en la palatabilidad del pienso, bajada de consumo con la consiguiente disminución de la producción huevera. Niveles inferiores a 3% producirían las citadas movilizaciones del calcio óseo, descalcificándose las aves.

Una característica de la gallina ponedora es su apetito específico por el calcio. La gallina "sabe" cuando va a calcificar el huevo,

y hace acopio del calcio horas antes para hacer frente con éxito a la formación de la cáscara.

**Ingestión de Calcio a lo largo del día**



La dieta E, P, Ca proporciona los nutrientes energéticos, proteicos y cálcicos por separado, permitiéndole a la gallina ponedora escoger el que prefiera en función de sus necesidades. Se observa claramente cómo el ave incrementa el consumo de la dieta E, P, Ca por la tarde.

Del conocimiento de este hecho, emana la posibilidad de mejorar la calidad de la cáscara del huevo, y por lo tanto la producción de huevos, al estar ampliamente demostrado que con la utilización de la práctica de la alimentación cálcica por separado se incrementa la calidad de la cáscara disminuyendo el % de huevos rotos.

La dieta "clásica" contendría 3,5-4,2% de carbonato cálcico y en la práctica que comentamos la dieta sólo contendría un 1-1,5% de carbonato cálcico, y el resto hasta alcanzar el 3,5-4,2% se suministraría por la tarde en forma de semolilla o partícula de 2-4 mm de tamaño, para facilitar que la gallina lo localice en el comedero, y lo retenga mayor tiempo en la molleja, haciendo que el calcio esté disponible precisamente en el momento de mayor demanda del mismo.



### 3.4 FÓSFORO

Muy interrelacionado con el calcio, si bien la exportación del fósforo en relación al ingerido no es muy elevada. Defectos o excesos en el contenido de fósforo disponible de la dieta conducen a cáscaras porosas o delgadas, aumentando el número de huevos rotos. Las necesidades del ave se cifran en torno a 0,36-0,38 g/día, siendo recomendable disminuir los aportes en función de la edad de la gallina. Al final del ciclo de puesta niveles de 0,32 g/día mejoran la calidad de la cáscara.

### 3.5 ÁCIDO LINOLEICO

Este ácido graso poliinsaturado (c 18:2) tiene gran influencia sobre el tamaño del huevo. Niveles del 1,2-1,3% en la formulación aseguran un tamaño adecuado del huevo. Por encima de este nivel no se observan efectos significativos sobre el peso del huevo, siendo los aumentos observables debidos al incremento de la grasa total de la ración.

*Tabla 4. Influencia de la ingesta de ácido linoleico sobre el peso del huevo (22-69 semanas de vida).*

Dieta	Ácido linoleico % en dieta	peso huevo (g)
1	0,72	61.2
2	1.14	62.2
3	1.17	62.5
4	1.33	62.5
5	1.37	63.1
6	2.33	63.4

### 3.6 XANTOFILAS

Lo hemos considerado como un nutriente que influye sobre la producción de huevos, al ser el color de la yema del huevo un indicador subjetivo de la calidad del mismo, y por tanto debe ser tenido en

cuenta a la hora de valorar la producción de huevos de una explotación.

La pigmentación de la yema del huevo, viene determinada por la combinación de xantofilas amarillas y rojas que se da en la ración de la ponedora. Como ya hemos dicho es un indicador subjetivo de la calidad. Nutricionalmente hablando, el color de la yema no aporta nada. Es más un factor psicológico social. Así por ejemplo, en el Norte y Sur de España, son necesarias pigmentaciones anaranjadas intensas (13-14 escala Roche) para poder comercializar huevos en esas zonas, y en el centro de la península, con coloraciones amarillentas de la yema (10-11 escala de Roche) es más que suficiente para poder vender la producción de huevos.

Las materias primas que entran a formar parte de la ración tienen todos unos valores (cero en algunos casos) de xantofilas amarillas y rojas. La mezcla resultante deberá cumplir los requisitos comerciales antes citados según el área donde vayan a comercializarse los huevos. Por otro lado, debe tenerse en cuenta, el coste que dicha pigmentación de la yema supone, (a mayor pigmentación, mayor coste).

Existen factores de manejo y alimentación que pueden disminuir la deposición efectiva de xantofilas en la yema. Niveles altos de vitamina A, agentes oxidantes, como ciertos minerales, altas temperaturas, grasas enranciadas, aflatoxinas, almacenamiento prolongado de materias primas, son algunos de los factores que pueden disminuir la pigmentación de la yema.

### 3.7 VITAMINAS

De entre todas las vitaminas destacamos la D3 por su influencia en el proceso de calcificación del huevo, que como ya hemos visto, es un elemento determinante de la producción. La vitamina D3 es necesaria para la absorción del calcio, y si se encuentra en niveles deficientes, rápidamente se produce una deficiencia cálcica. La ausencia total de vitamina D3 en la dieta, lo que no es corriente que suceda, provoca un descenso rápido del peso de la cáscara, desde 80mg/g huevo hasta 15mg/g huevo a los 28 días

de iniciada la privación. Sin embargo, algo no tan inusual como lo anterior, son los niveles subóptimos de vitamina D3, en los que los cambios que se observan en la calidad de la cáscara son más sutiles, pero de gran importancia económica.

#### 4 RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA FORMULAR PIENSOS PONEDORAS

Tomando como referencia las necesidades diarias de la ponedora que hemos expuesto en los partados anteriores, podemos expresar en el siguiente cuadro las necesidades diarias de la gallina ponedora en función de la edad.

*Necesidades diarias de la ponedora en función de la edad (semanas de vida)*

	22-36 semanas	Más de 37 semanas
Energía	270/310 Kcal/día	280/310 Kcal/día
Proteína	18 g/día	17 g/día
Metionina	0,38 g/día	0,36 g/día
Metionina+Cistina	0,67 g/día	0,63 g/día
Lisina	0,78 g/día	0,72 g/día
Treonina	0,54 g/día	0,50 g/día
Triptófano	0,18 g/día	0,17 g/día
Calcio	3,8 g/día	4,2 g/día
Fósforo disponible	0,38 g/día	0,36 g/día

Los requerimientos nutricionales de la gallina varían diariamente durante el periodo de crecimiento, y continúan variando hasta el final del ciclo de puesta. Las gamas de piensos se justifican por la necesidad de ajustar el contenido de los nutrientes del pienso en respuesta a los cambios del consumo y de necesidades, para mejorar la producción. Cuando se establecen normas prácticas para formulaciones de piensos de ponedoras, se deberá tener muy especialmente en cuenta los aportes de aminoácidos azufrados y de lisina en función de consumo y producción.

A la hora de definir una gama de piensos de ponedoras, no sólo es necesario conocer los factores nutricionales, sino también otros factores como la forma de presentación del pienso, condiciones ambientales, plan profiláctico, uso de aditivos y características comerciales del huevo.

#### 5 INFLUENCIA DE MATERIAS PRIMAS

Las materias primas componentes de la alimentación de la gallina ponedora tienen su influencia per se como aportes de nutrientes que son: energía, proteína, grasa, fibra, vitaminas, minerales, xantofilas, etc. De la adecuada absorción que de cada uno de estos nutrientes se haga para cada materia prima dependerá una ajustada producción de huevos. En el caso de sobrevalorar o subvalorar algún nutriente de la materia prima, estaremos penalizando la producción en algún modo (% puesta desigual, tamaño de huevo pequeño, sobreconsumo de pienso, despigmentación de la yema, etc.).

Por otro lado, ciertas materias primas ven limitada su incorporación en las dietas para ponedoras al contener sustancias antinutricionales, tener una composición irregular en el tiempo, ser contaminantes de cierto riesgo, transferir sabores u olores anormales al huevo..., todos ellos factores limitantes de la producción huevera.

A continuación relacionaremos las principales materias primas empleadas en avicultura de puesta con sus características nutricionales, así como sus posibles efectos nocivos, cuando existen, sobre la producción de huevos.

##### 5.1 MATERIAS PRIMAS ENERGÉTICAS

###### 5.1.1 Cereales

Los cereales son el principal componente energético de cualquier pienso de avicultura de puesta. Dicho contenido energético

co va a depender siempre de su composición nutricional y ésta a su vez, de diversos factores como el abonado de las fincas, la variedad de la semilla, las condiciones de cosecha, del almacenamiento, etc.

#### *Características nutricionales medias de los cereales*

Cereal	EM (relat.)	Almidón %	Grasa %	Fibra %	Proteína %	Humedad %
Maíz	100	63	3,8	2,3	8	14
Sorgo	96	60	3,2	2,5	10	13
Trigo	94	58	2,1	2,5	11	11
Triticale	91	56	2,0	2,7	11	11
Centeno	88	54	1,5	2,8	10	11
Cebada-2	85	50	1,7	4,5	11	11
Cebada-6	82	48	1,7	6,0	10	11

Esta tabla refleja los contenidos nutricionales medios de los cereales que pueden encontrarse en España. Se estima una equivalencia energética relativa de los cereales frente al maíz. Se observa una correlación positiva entre energía metabolizable, almidón y grasa, y por contra existe una correlación negativa entre fibra bruta y la energía metabolizable.

#### **Maíz:**

El maíz ha sido durante mucho tiempo la principal materia prima utilizada en la alimentación de las aves en razón sobre todo de su valor energético, de su tasa de xantófilas y de sus aportes en ácidos grasos, en particular ácido linoleico. La ausencia de factores antinutricionales hace que no haya ningún límite de empleo del maíz sano. Sólo factores extraños, como la contaminación fúngica (micotoxinas), pueden obligar a reducir la tasa de incorporación en el pienso.

- Subproductos del maíz: La industria del procesado del maíz produce una serie de subproductos que son normalmente utilizados en la fabricación de piensos com-

puestos, como son el corn-gluten feed, el fatty maíz y los DDG. Su composición variable limita su empleo en avicultura de puesta.

#### **Sorgo:**

La utilización de sorgo en España en piensos de avicultura de puesta como único cereal, no es muy corriente; su utilización es normal a niveles del 10 al 20% en piensos. Los límites de empleo del sorgo para las aves varían en función de su tasa de taninos.

#### **Cebada:**

Hasta hace poco la utilización de la cebada en piensos de avicultura de puesta estaba limitada por su elevada tasa de fibra y sobre todo por la presencia de betaglucanos. La llegada al mercado de b-glucanasas ha permitido elevar:

- El valor nutritivo de la cebada, mejorando los coeficientes de digestibilidad de la proteína bruta y de la grasa, y por tanto, su contenido energético.
- La tasa de incorporación de la cebada a niveles de 45 a 65% en piensos de avicultura de puesta.

#### **Trigo:**

Empleado en Europa como sustitutivo del maíz destaca por su elevado contenido en almidón y proteína. Por contra carece de ácido linoleico y xantofilas amarillas. En piensos en harina, al ser muy pulverulento el trigo, puede originar problemas de subconsumo.

- Subproductos de molinería: son los productos obtenidos de la molturación del trigo para obtener la harina panificable. Los principales productos obtenidos y que se emplean en la alimentación animal son: salvados, harinillas, tercerillas, harinas bajas.

Estos productos dependiendo de la región española reciben denominaciones como cuartas, terceras, segundas, afrecho, cabezuela, etc. No existe una clasificación standard de los subproductos de molinería y, según las procedencias, se constatan en sus características grandes diferencias que dependen de los factores siguientes: calidad del trigo, tasa de extracción, limpieza y acondicionamiento del grano antes de la molienda, y tipo de molino empleado.

**Tabla 7. Características medias de los subproductos de molinería**

	Salvado	Harinillas	Tercerillas
Humedad %	11-13	11-13	11-13
Proteína %	14-15,5	14-15,5	14-16
Fibra %	8-10,5	7-8	3-6
Almidón %	18-23	25-28	35-38
Minerales %	4,5-5,5	4-5	4-4,5
Grasa %	3,4-4	4-4,5	-

### 5.1.2 Semillas de Oleaginosas

#### Habas de soja (full fat soya):

Se caracteriza por su alto contenido en aceite (17 a 20%) y por su tasa de proteína (36 a 38%). Su perfil de aminoácidos es parecido al de la harina de soja desengrasada. El haba de soja es tratada térmicamente para eliminar los factores antinutricionales (inhibidores de la tripsina). Existen varios métodos para el tratamiento térmico de haba de soja, como micronización, tostado, extrusión, etc.

El valor nutricional y en particular su contenido energético va a depender bastante del tratamiento térmico a que se someta. La extrusión está considerado como el método más efectivo. Por eso, interesa antes de comprar esta materia primas saber cuál es el tratamiento térmico que emplea el proveedor.

Por su alto contenido en grasa y ser ésta muy insaturada (50% de ácido linoleico) es interesante su utilización en los piensos de avicultura de puesta.

#### Características medias de la full fat soya

	Americana	Brasil	Americana	Brasil
Humedad %	10,5-11,5	10,5-11,5	8,5-9,5	8,5-9,5
Proteína %	35,5-36,5	36-37,5	38-39	38,5-40
Grasa %	18,5-19,5	19,5-20,5	20-21	20,5-21,5
Fibra%	5-6	5,5-5,6	3-4	3-4

#### Pipas de girasol:

Su alto contenido en grasa (45%) y su insaturación resulta idónea para la ponedora. Los problemas que puede tener esta materia prima son los propios de molturar un producto con una alta tasa de grasa.

#### Grasas:

Son las materias primas con mayor concentración energética y su utilidad en aves es de indiscutible valor y eficacia. Las grasas insaturadas son mejor digeridas que las saturadas.

La incorporación de grasa en los piensos presentan una serie de ventajas: aporta gran concentración energética, mejora la palatabilidad de los piensos y disminuye el polvo de los piensos en harina y por consiguiente las mermas.

Las grasas que se emplean normalmente en la fabricación de piensos tienen los siguientes orígenes:

- Grasas animales: manteca, sebo o mezcla de ambas denominada grasa. Se trata de grasas saturadas, por lo que su nivel de ácido linoleico es inferior al de los aceites vegetales, si bien por precio pueden resultar más interesantes que éstos.
- Aceites vegetales: grasas ideales para la alimentación de ponedoras por su elevado contenido energético así como por su alto nivel de ácido linoleico. Únicamente su precio es el factor limitante de empleo. Suelen utilizarse aceite de soja y de girasol.
- Oleínas: procedentes del proceso de refinado de grasas destinadas al consumo humano. Su composición global

se asemeja a la de los aceites grasos, de los cuales son un subproducto.

Pueden presentar el problema de su falta de "homogeneidad", exigiendo por lo tanto un análisis químico previo a su utilización.

## 5.2 MATERIAS PRIMAS PROTEICAS

### Harina o torta de soja:

Es la fuente de proteína más empleada en la industria de piensos compuestos en España ya que la relación calidad-precio es normalmente buena.

Sus factores limitantes son: bajo contenido en aminoácidos azufrados y disponibilidad en fósforo escasa.

La torta de soja es tratada para destruir los factores antinutricionales que posee (factores antitripsina).

Este tostado-calentamiento debe ser el correcto, ya que un tostado deficiente no destruirá estos factores antitripsina, y un tostado excesivo disminuirá la digestibilidad de los nutrientes de la soja.

### Calidades medias de las harinas de soja

	Soja 46 PROFAT*	Soja 48 PROFAT*	Soja 48	Soja 44
Proteína %	43,5	46,0	47,5	44,0
Grasa %	1,8	1,8	1,5	1,4
Fibra%	6,5	6,2	4,2	7,5

PROFAT: Proteína+Grasa

### Guisantes:

Es una leguminosa con un cultivo progresivo en algunos países de Europa. La composición nutricional se sitúa intermedia entre los cereales y la harina de soja.

Como las demás leguminosas, el guisante contiene varios factores antinutricionales. Entre ellos figuran un factor antitripsico, taninos, hemaglutininas y alfa-galactósidos.

### Composición media de las harinas de girasol

	Girasol 36-38	Girasol integral	Girasol argentino
Proteína %	35-38	28-31	33-35
Grasa %	2	1,5	2
Fibra%	17	24	21

### Harinas animales:

Harinas de pescado: La harina de pescado es un producto obtenido por cocción, desengrasado y molienda de pescados enteros y subproductos del fileteado de las industrias conserveras. La calidad nutricional de las harinas de pescado depende en gran parte de los peces que estén procesando en la elaboración de la harina de pescado. La proteína de la harina de pescado tiene un valor biológico, y la disponibilidad de sus aminoácidos es muy elevada.

## 5.3 PRINCIPALES LIMITACIONES AL EMPLEO DE MATERIAS PRIMAS

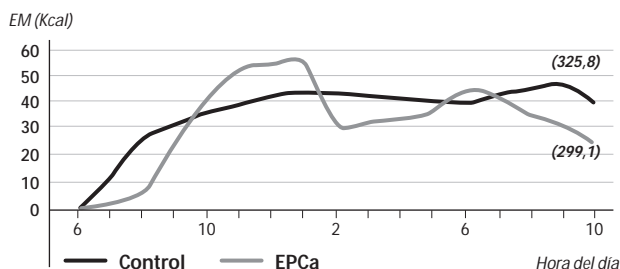
Si bien ya hemos comentado algunas limitaciones al describir las materias primas, en la tabla siguiente las resumiremos para cada una.

Materia Prima	Factores desfavorables	
	F. Antinutricionales	Otros factores
Maiz		Micotoxinas
Sorgo	Taninos	
Cebada	Antienzimas	b-glucanos
Trigo		Arabinoxilanos
Centeno		Ergotismo
Mandioca	Cianhídrico	Contam.bacteriana
Salvado	Antifosfatasa	
Sojahaiba	Antitripsina	
Pipas de girasol		Rancidez
Grasas		Rancidez
Oleínas		Rancidez
Harina de soja	Antitripsina	
Harina girasol		Acido clorogénico
Guisantes	Taninos	a-galactósidos
Harina de pescado	Tiaminasa	Ac.grasos insaturados/salmonella
Torta de colza	Glucosinolatos	Sinapina
Torta de algodón		Gosipol

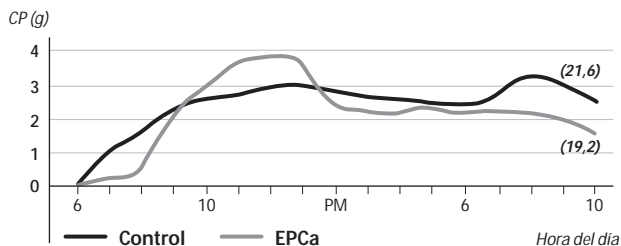
## 5.4 MANEJO ALIMENTICIO CUANTITATIVO

Por lo general la alimentación de la gallina ponedora suele realizarse ad libitum, el ave come cuanto desee. Es conveniente conocer que como hemos visto para el calcio, el ave tiene un apetito específico también para la energía y la proteína de la dieta.

### Ingesta energética a lo largo del día



### Ingesta proteica a lo largo del día



Hay un aumento de consumo de energía y proteína durante la mañana, aproximadamente 5-7 horas después de que se enciendan las luces. Este incremento del consumo coincide con el máximo de oviposiciones observadas en un lote de gallinas.

Veinte minutos después de la postura del huevo, la gallina vuelve a ovular para volver a producir un huevo al día siguiente, por lo que es en ese momento de gran actividad metabólica cuando incrementa su consumo energético y proteico (requerimientos de nutrientes cíclicos

a lo largo del día, más que un requerimiento constante de nutrientes).

Del conocimiento de este comportamiento alimenticio específico de la gallina ponedora se derivan diferentes prácticas alimenticias cuyo objetivo es optimizar la producción de huevos:

- Alimentación cálcica por separado
- Alimentación "a la carta" (choice feeding)

En esta última, el ave se le permite elegir entre los diferentes ingredientes de la dieta (cereales, concentrados proteicos, calcio-dietas E, P, Ca) de manera que en los momentos de mayor demanda de los mismos tenga acceso al nutriente específico.

Como hemos visto, la alimentación suele ser ad libitum, ahora bien, en ocasiones es conveniente la restricción cuantitativa del pienso. Para ello deben tenerse en cuenta:

#### a) Estirpe de gallina: ligera-blanca o semipesada-morena.

En gallinas blancas la restricción no suele ser frecuente ya que se produce precisamente el fenómeno contrario, el ave no es capaz en ocasiones de alcanzar su nivel de ingestión ideal, por lo que se hace necesario estimular el consumo o recurrir a dietas más concentradas.

En gallinas rubias, con tendencia al sobreconsumo, estaría más indicada la restricción cuantitativa del pienso, si bien últimamente la genética se está encargando de corregir este fenómeno.

#### Condiciones:

- no empezar antes de las 35-40 semanas de vida
- impuesto un consumo control, no superar la restricción el 95% de dicho consumo control.
- posibilidad de realizar un reparto rápido y homogéneo del pienso a lo largo de toda la nave.

#### b) Producción de huevos.

Debe controlarse diariamente el número de huevos producidos, así como el peso del huevo (masa de huevos producida),

para evitar descensos en la producción debidos a una restricción excesiva.

**c) Peso corporal del ave.**

El control de la evolución del peso del ave nos proporciona una idea de su estado, debiendo ajustarse a los standares fijados para cada estirpe. Descensos bruscos de peso nos alertarán sobre una posible deficiencia nutricional. Pesando una muestra significativa de aves de un lote (40 aves si se pesan individualmente, son representativas escogiéndose al azar a lo largo de una nave) cada semana nos mantendremos informados sobre el estado corporal del lote.

**d) Temperatura ambiental de la nave.**

Un descenso o ascenso de temperaturas supondrá un aumento o disminución, respectivamente de las necesidades de mantenimiento del ave, con lo que se hará necesario redefinir el nivel de restricción a emplear para no penalizar las producciones.

En el caso de controlar todos estos factores, una restricción de pienso en gallinas ponedoras semipesadas supone una mejora en el índice de conversión, al no afectar la producción y reducirse el consumo de pienso.

**Efecto de la colocación de una malla de plástico sobre el comedero en la producción de huevos durante 1 año.**

Parámetros productivos	Ad lib	120 g/día	116.5 g/día	113 g/día
% puesta	73.9	73.8	73.4	71.7
peso huevo (g)	61.7ab	61.1b	61.0 b	61.0b
CMD (g)	125.4a	118.7b	115.5 c	112.4d
IC (kg)	2.75	263	2.58	2.57
Aumento peso vivo	867a	753b	719 bc	614d

**Modos de efectuar la restricción cuantitativa de alimento:**

**a) Por tiempo:** Se limita el tiempo de acceso al pienso tapándose los comederos el resto del tiempo. Lo más aconsejable

parece ser 2 horas de acceso por la mañana, y otro tanto o incluso algo más por la tarde. Aunque de buenos resultados zotécnicos, tiene el inconveniente práctico de tapar los comederos.

**b) Por cantidad:** Se reparte la cantidad exacta previamente determinada. Requiere pesar el pienso previamente suministrado diariamente así como un sistema de reparto que permita la alimentación uniforme de todas las aves del gallinero.

**c) Mediante impedimentos físicos:** Mediante la colocación de rejillas o varillas sobre el comedero que evitan la tendencia natural del ave a escarbar el pienso, con el consiguiente desperdicio del mismo y gasto energético del ave. En general los resultados han sido satisfactorios con este tipo de "artilugios" logrando ahorros de pienso en torno al 3-6% sin afectar la producción.

**Efectos de distintos programas de restricción (21-65 semanas de vida).**

	Con malla	Sin malla
% puesta	69.9	69.4
peso huevo (g)	62.2	62.3
CMD (g)	114.1*	121.4*
IC docena (kg)	1.86*	2.00*
mortalidad (%)	5.3	7.8
nº huevos / ave alojada	244	238
aumento de peso vivo (g)	907	865

\* Diferencias altamente significativas (P < 0,05).

**Forma de Presentación del Alimento Sólido:**

Las gallinas ponedoras comen "por la vista", el gusto y el olfato, salvo excepciones, intervienen escasamente en la elección del alimento por parte del ave. Esta, atiende al tamaño de las partículas principalmente mostrando preferencia por las de tamaño "grosero" (>1mm), dejando para el final las partículas finas (<0,6mm).

El pienso puede ser presentado en harina o en migajas siendo en harina el tamaño de las partículas más desigual que en migajas, por lo que la posibilidad de escoger partículas es mayor en piensos en harina que en migajas.

Por lo general se achacan mayores consumos de pienso y agua a los piensos migajados que a los piensos en harina, así como un mayor porcentaje de huevos sucios. Ahora bien, todo esto depende de la granulometría de migaja con que se trabaje.

### 5.5 SUMINISTRO DE AGUA. ALIMENTACIÓN LÍQUIDA.

Las aves consumen por lo general el doble de agua que de pienso, lo que no debe extrañar dado el alto contenido en agua del huevo, 74-80% del total. Por tanto van a influir sobre el consumo de agua:

- % puesta
- Temperatura ambiental y del agua
- Consumo de pienso-peso corporal del ave
- Características del pienso:
  - nivel y origen de proteínas
  - contenido en grasa
  - contenido en minerales (cloruros, potasio)
- Densidad aves/ bebedero
- Tipo de bebedero

A continuación podemos observar la influencia del % de puesta sobre el consumo diario de agua.

% puesta	Consumo cc/ave
0	140
10	155
20	167
30	182
40	193
50	204
60	220
0	231
80	246
90	257
100	273

En el siguiente cuadro vemos la influencia de la temperatura ambiente y el peso corporal del ave sobre el consumo de agua.

Temperatura ambiente (°C)	Relación agua/pienso	Peso vivo de las gallinas		
		1.75	2,00	2.25
-7	1.5:1	180	190	203
+4	1.7:1	204	216	230
+12.5	1.9:1	228	241	257
+16	2,0:1	240	254	270
+27	2,5:1	300	317	333
+38	5.0:1	600	635	665

Por su gran importancia sobre la producción de huevos, y por ser a menudo la "gran olvidada" de las explotaciones avícolas señalamos a continuación las características químicas del agua de consumo para aves.

### Calidad química del agua de bebida en avicultura

Parámetros	Nivel
pH:	5.5 - 8
sólidos totales disueltos	< 3000 - 4000 mg/l
dureza (°D):	< 25
Hierro:	0,2 ppm (máx 1 ppm)
Sulfatos:	máx 30 ppm
Fosfatos:	ausencia
Nitratos:	máx 50 ppm
Nitritos:	máx 0,05 ppm

En cuanto a su análisis microbiológico, deben estar ausentes salmonellas, estreptococos fecales y E.coli principalmente. La cloración del agua a niveles de 2 ppm en bebedero, debe asegurarnos la calidad bacteriológica del agua, para no penalizar la producción de huevos, al ser a menudo aguas de mala calidad bacteriológica el origen de la mortalidad en ponedoras.

La competencia (nº de aves/bebedero) limita automáticamente el consumo cuando aquélla es muy elevada.



El tipo de bebedero, canal versus cazoleta o tetina, proporciona diferencias de un 15-30% entre ambos tipos. En el tipo canal el ave tiene posibilidad de jugar con el agua hablándose más bien de un gasto mayor de agua, más que de una ingesta mayor.

## 5 SANIDAD

Todo proceso patológico que altere el fisiologismo aviar, influirá sobre la puesta de una manera más o menos acusada.

Enfermedades que afectan a la puesta:

### 1. Víricas:

*enfermedad de Newcastle*

*bronquitis infecciosa*

*encefalomielitis*

*síndrome de caída de puesta (EDS 76)*

*viruela aviar*

*laringotraqueitis*

### 2. Bacterianas:

*colibacilosis*

*estafilococias*

*pasteurelosis*

*salmonellosis*

*coriza*

### 3. Parasitarias:

*acarías*

*ascaridiosis*

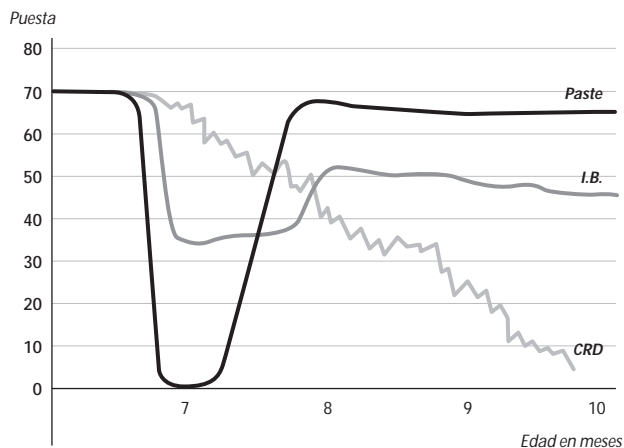
*coccidiosis*

### 4. Micoplasmosis

5. *Otras: Intoxicaciones alimenticias, ligadas a factores antinutritivos que puedan existir en las materias primas constitutivas de los piensos, p.ej. micotoxinas.*

*Intoxicaciones "accidentales": por ingestión o absorción cutánea de insecticidas o parasiticidas que tienen efecto residual dañando la función hepática.*

**Alteración de la curva de puesta provocada por E.Newcastle, Bronquitis infecciosa y M.gallisepticum: Comparación.**



### Programa vacunal orientativo

Vacunación	Días de vida	Vía administración
E. Newcastle	7-10	Ocular y spray
Bronquitis Infecciosa	7-10	Ocular y spray
E.Gumboro	14	Spray, agua
Bronquitis infecciosa	28	Ocular o spray
E.Gumboro	35	Spray, agua
E. Newcastle	45	Ocular y spray
Encefalomiélitis	56	Ocular, spray, agua
Difteroviruela	56	Escarificación en el ala
Bronquitis Infecciosa	83	Ocular, spray, agua
E. Newcastle	112	Subcutánea o intramuscular
Bronquitis Infecciosa	112	Subcutánea o intramuscular

Son vacunas opcionales dependiendo de la incidencia en la zona geográfica a considerar :

- Laringotraqueitis infecciosa
- Salmonellosis
- Síndrome de caída de puesta
- Coriza
- E. Coli
- T.R.T.

---

## Bibliografía

- 1 AUSTIC R. E. (1985): "feeding poultry in hot and cold climates". In "Stress physiology in livestock" YOUSEF m. K. ED. VOL. Iii Poultry, 124-136, CRC Press, Boca Raton (USA).
- 2 BARTOV.I. Effect of storage and procesing conditions on ingredients quality. XXI World's Poultry Congress. Montreal, Agosto 2000.
- 3 BOLLENGIER-LEE S., MITCHELL M. A., UTOMO D. B., WILLIAMS P. E. V. & WHI-TEHEAD C. C. (1998): "Influence of high dietary vitamin E supplementation on egg production and plasma characteristics in hens subjected to heat stress". British Poultry Science (1998) 39 (1) 106-112 & Nutrition Abstracts and Reviews (Series B) September (1998) vol. 68 n° 9 p. 838 Abstracts n° 5359. n° 58.458.
- 4 CABRERA M. C., SAUVEUR B. & MONGIN P. (1982): "Effects of separate calcium feeding and limited feeding program on the metabolisable energy of the diet on nitrogen, calcium and phosphorus retention in laying hens". *Reprod. Nutr. Develop.*, 22, 973-987.
- 5 CASTELLÓ Y SOLÉ, 1986. Manual Práctico de Avicultura
- 6 DAGHIR N. J. (1987): "Nutrient requirements of laying hens under high temperature conditions". *Zootech. Int.*, 5, 36-39. "Poultry Production in hot climats". CAB international, 1995.
- 7 FEDNA. Normas para la formulación de piensos compuestos, 1999.
- 8 GONZÁLEZ MATEOS, G. Assessing the nutritive value of animal fats and proteins. XXI World's Poultry Congress. Montreal, Agosto 2000.
- 9 ICI (1987): "Sodium bicarbonate boosts egg production, shell strength". *Feedstuffs*, August 10 (1987) 59 (33) 16. n° 50.053.
- 10 LARBIER Y LECLERQ. Nutrition and Feeding of Poultry. INRA, 1992.
- 11 LEESON AND SUMMERS. Commercial Poultry Nutrition. 2nd edition. University Books, 1997.
- 12 NAVALÓN, J.L. Comunicación personal. 2001.
- 13 ODOM T. W., HARRISON P. C. & DARRE M. J. (1985): "The effects of drinking carbonated water on the egg shell quality of single comb White Leghorn hens exposed to high enviromental temperature". *Poult. Sci.* 64, 594-596.
- 14 PATTERSON, P.H. Dietary changes can decrease nitrogen loses to the enviroment. 48th Maryland Nutrition Conference; May, 2001.
- 15 PIAT, D. Revisión bibliográfica sobre materias primas. 1995-1999.
- 16 ROBERTS J. R. (1996): "Cooled water tempers heat stress". *Poultry International* August (1996) pp. 36-37. N° 56.826.
- 17 SAUVEUR B. & PICARD M. (1987): "Environmental effects on egg quality. Chapter 14". In "Egg quality: current problems and recent advances" ed. By WELLS R. G. & BELYAVIN C. G., Butterworths, London (UK) 219-234.
- 18 SELL "Últimos avances en nutrición de aves". XIII Curso de especialización FEDNA Nov. 97.
- 19 TEETER R. (1993): "Vitamin micronutrient roles underestimated in heat-stressed broilers". *Proceedings of the BASF Technical Symposium held in conjunction with the Cornell Nutrition Conference, Rochester, N.Y.* (1993) & *Feedstuffs*, May 3 (1993) 65 (18) 11. N° 54.062.





# 3

## **Formación del huevo**

Dra. Ana C. Barroeta Lajusticia

# 3

## Formación del huevo

Dra. Ana C. Barroeta Lajusticia

Facultad de Veterinaria

Universidad Autónoma de Barcelona.

### 1 INTRODUCCIÓN

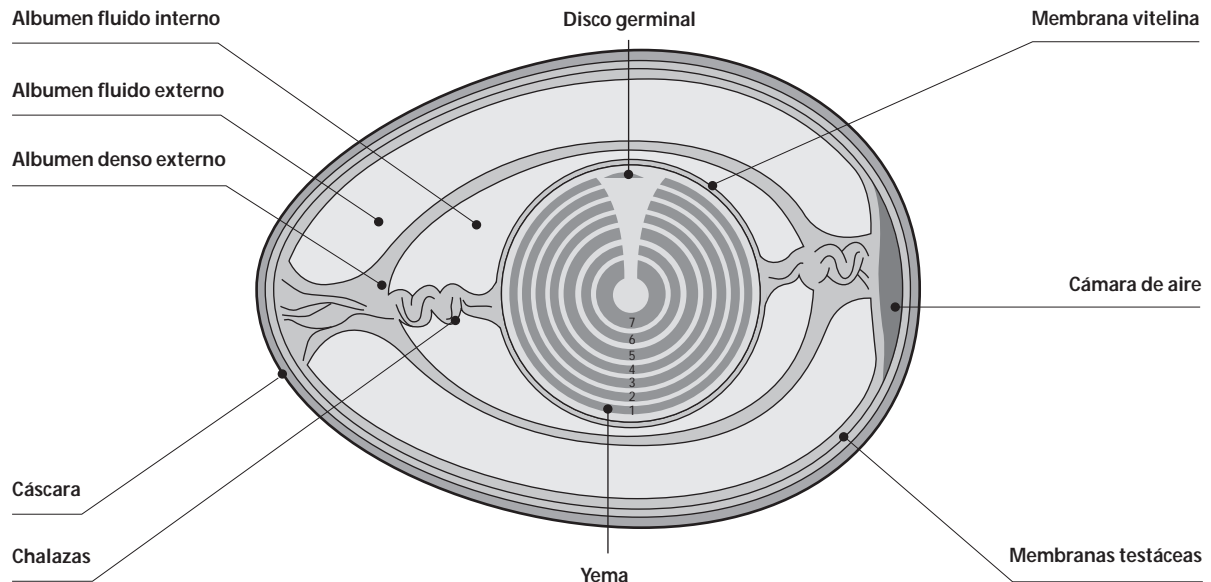
El huevo es uno de los primeros alimentos utilizados por el hombre y su consumo esta ampliamente distribuido en la población mundial. Es tan común que a veces nos olvidamos que es

parte del proceso de reproducción de las aves, por ello contiene todos los nutrientes necesarios para el desarrollo de un hipotético futuro embrión.

La formación de un huevo supone un gran esfuerzo fisiológico por parte de la gallina que es capaz de depositar alrededor de 7.7 g de proteína, 7 g de lípidos, 2 g de calcio y 40 g de agua, entre otros, casi cada día.

Este trabajo se inicia con una descripción del huevo, detallando las distintas estructuras que forman parte de los tres componentes principales: yema, albumen y cáscara. De cada uno de ellos, se detallará su composición, los lugares anatómicos y fases principales de su formación así como los mecanismos que regulan estos procesos. Se dedica una especial atención a las alteraciones estructurales y de composición del huevo más importantes, desde el punto de vista práctico, que tienen su origen durante los complejos procesos que envuelven su formación.

Figura 1. Estructura del huevo.



## 2 ESTRUCTURA DEL HUEVO

Un huevo contiene, básicamente, una yema central rodeada por el albúmen o clara y todo ello envuelto por una cáscara externa que lo protege. Aunque existen variaciones debidas a distintos factores como edad, estirpe, nutrición, etc., las proporciones medias de estos componentes son 31% para la yema y un 58% y 11% para el albúmen y cáscara, respectivamente. Sin embargo la estructura de huevo es mucho más compleja y viene esquematizada en la figura 1.

La yema esta rodeada por una membrana transparente, la membrana vitelina constituida por cuatro capas, dos de origen ovárico y las dos más externas sintetizadas en el oviducto. En la superficie de la yema encontramos el disco germinal que es lugar de división de las células embrionarias cuando el huevo está fecundado.

El albúmen inicialmente presenta cuatro zonas diferenciadas en un huevo fresco:

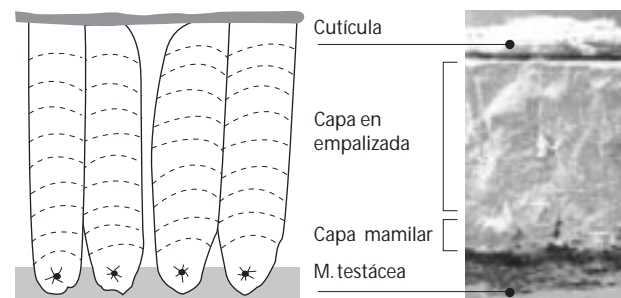
- Densa interna (1g; 3%) dispuesta en forma de filamentos que van desde la yema hasta los dos extremos del huevo constituyendo las chalazas que son las responsables de asegurar la suspensión de la yema en el centro del huevo.
- Interna fluida (6 g; 17%)
- Densa externa, (20 g; 57%) masa gelatinosa que rodea la anterior y se extiende a ambos extremos del huevo.
- Fluida externa, representa un 23% del total de la clara (8 g), está en contacto con las membranas testáceas y se visualiza al abrir el huevo.

La cáscara se sitúa sobre las membranas testáceas (interna y externa) y esta cubierta por la cutícula orgánica. Tiene un grosor aproximado de 0.35 mm, siendo el 90 % carbonato cálcico, presentando entre 7000 y 15000 poros que permiten el intercambio gaseoso con el exterior.

Cuando observamos en detalle la cáscara podemos observar la complejidad de su estructura (figura 2):

- Las membranas testáceas (interna y externa, representan un 3%) están formadas por un entramado de fibras constituidas por un núcleo proteico rodeado por una cubierta hidrocarbonada. Ambas membranas están fuertemente adheridas excepto en la zona de la cámara de aire, cuyo volumen aumenta en función del tiempo y condiciones de almacenamiento. Además de que las dos ejercen un papel protector de la contaminación microbiana, la membrana externa tiene la función de soporte de la verdadera estructura cristalina que se constituye como cáscara.
- La capa mamilar está constituida por núcleos o conos anclados a las fibras de la membrana testácea externa y sobre los que se realiza la calcificación.
- La capa en empalizada constituida por las columnas de carbonato cálcico que se van formando y entrelazando.
- Capa de cristales verticales, donde la cristalización cambia de dirección.
- La cutícula cubre los poros y le da el aspecto brillante. Se mantiene húmeda unos minutos tras la puesta.

Figura 2. Estructura de la cáscara del huevo.



Cono o núcleo

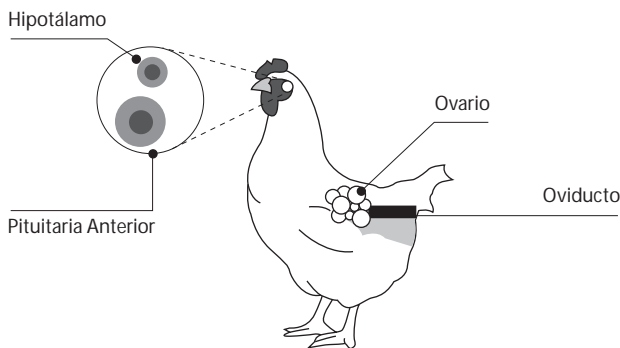
Desde otro punto de vista, la cáscara esta constituida por una parte inorgánica, fundamentalmente carbonato cálcico depositado en su forma más estable (calcita) y una parte orgánica, matriz orgánica, que esta integrada entre las columnas de calcita desarrollando un papel regulador del proceso de mineralización y, por lo tanto, influyendo decisivamente en las propiedades mecánicas de la cáscara.

### 3 PROCESO DE FORMACIÓN

La gallina llega a la madurez sexual hacia las 20 semanas, existiendo una responsabilidad múltiple sobre su control, ya que influyen aspectos tan diversos como la genética, la nutrición y el ambiente (fotoperiodo).

El aparato reproductor femenino del ave esta compuesto de ovario y oviducto, desarrollándose únicamente los izquierdos. Sin embargo, no podemos obviar el importante papel que desarrollan en la reproducción el cerebro (hipotálamo y pituitaria anterior o adenohipófisis), el hígado y el sistema óseo. (figura 3)

Figura 3. Partes anatómicas del ave relacionadas con la reproducción



El huevo se va formando gradualmente a lo largo de 24-26 horas, durante las cuales todos los componentes necesarios se

van de ir sintetizando o transportando hasta el lugar de formación y deben disponerse en la secuencia, cantidad y orientación adecuada para que el huevo producido sea correcto. Cualquier alteración en o durante el proceso dará lugar a anomalías y, consecuentemente, pérdidas en la calidad del huevo.

A continuación pasamos a describir las distintas fases de la formación de la yema, el albumen y la cáscara. En la figura 4 aparecen los distintas partes del aparato reproductor femenino del ave, indicando las funciones que desarrolla y el tiempo de permanencia del huevo durante su formación.

Figura 4. Esquema de la formación del huevo en la gallina

Parte Anatómica (cm)		Funciones	Tiempo	
Ovario	7	Foliculos	Formación de gametos	150 días
			Depósito de yema	10 días
	9	Infundibulo	Fecundación M. Vitelanas	20m
Oviducto	33	Magno	Depósito Albumen	3h30m
	10	Istmo	Membranas testáceas	1h15m
	10	Útero	Hidratación Albumen Formación cáscara	21h
	10	Vagina Cloaca	Ovoposición	1h30m

De 24 a 26 horas

La YEMA se desarrolla en el OVARIO, a partir de un óvulo rodeado por la pared folicular. Se puede describir como una emulsión de agua (49 %), lipoproteínas, proteínas, minerales y pigmentos



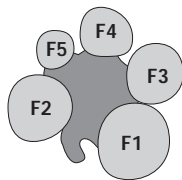
(tabla 1). El origen de los nutrientes puede ser doble: síntesis endógena o dietético, preformados. Todos los componentes son transportados hasta el ovario por vía sanguínea a partir del hígado, cuya actividad de lipogénesis se multiplica por 10 al llegar la madurez sexual.

Tabla 1. Composición del huevo y sus componentes (%)

	Cáscara (membranas)	Albumen	Yema	Huevo entero (sin cáscara)
Agua	1.5	88.5	49.0	73.6
Proteína	4.2	10.5	16.7	12.8
Lípidos	-	-	31.6	11.8
Otros compuestos orgánicos	-	1.1	1.1	1.0
Compuestos inorgánicos	94.3	1.6	1.6	0.8

El ovario pesa 35 g, aproximadamente, y se sitúa en la parte inferior de la cavidad abdominal, cerca del riñón. Su aspecto de "racimo uva" se lo confieren los folículos que se encuentran en distinta fase de crecimiento. Encontramos 3-4 folículos grandes y una serie de 8-12 en tamaño decreciente, mientras que el resto (más de 4000) son únicamente visualizados al microscopio (figura 5).

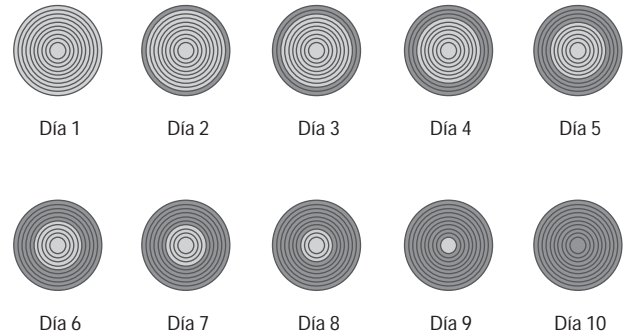
Figura 5. Ovario



Durante unos 10 días antes de la ovulación, se produce la fase de crecimiento rápido de la yema dentro del folículo ovárico (de 0.06 g a 18 g de peso), denominada vitelogénesis. Se pueden observar capas concéntricas de vitelo, cuya coloración varía en

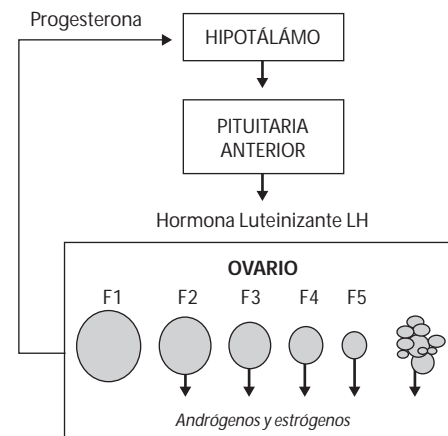
función del tipo y concentración de carotenoides del alimento consumido por la gallina (figura 6).

Figura 6. Incorporación de carotenoides en la yema.



La ovulación se produce cuando el folículo alcanza la madurez y se libera la yema que será captada por el oviducto. Esta ruptura se produce a nivel del estigma, que es la parte de la pared folicular exenta de capilares sanguíneos.

Figura 7. Representación de interacciones hormonales durante la ovulación.

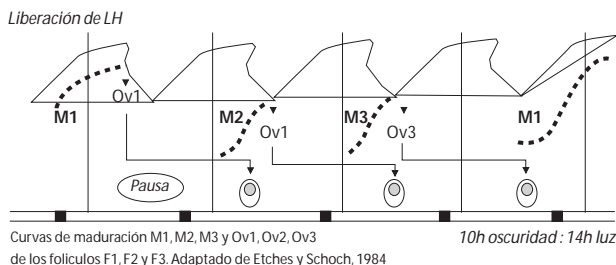


Pero la gallina no ovula de forma continuada cada día. La liberación de la yema esta controlada por hormonas producidas en la pituitaria y en los propios folículos, ambos bajo control del programa de luz. Para que la ovulación se produzca han de confluir dos fenómenos. Uno, que el folículo más grande (F1) madure y sea capaz de producir progesterona. En segundo lugar, que se produzca la liberación de hormona luteinizante (LH) desde el cerebro, fenómeno que solo ocurre en un margen de 6 a 8 horas al día "periodo abierto" y siempre después de iniciarse el periodo de oscuridad.

Entre ambas, progesterona y LH, existe un mecanismo de retroalimentación positiva "feed back" que continua hasta la fase pre-ovulatoria produciéndose la ruptura del folículo (figura 7). La liberación de la yema desde el ovario se produce de 8 a 10 horas después del pico de LH y la puesta del huevo totalmente formado se realiza unas 24 horas después. La siguiente ovulación se produce unos 30 minutos más tarde, es decir que las ovoposiciones se realizan de día (periodo de luz) y se van retrasando en el tiempo (Figura 8).

Por lo tanto, la gallina pone huevos durante varios días consecutivos, es decir una serie (20-40 huevos), y después estará 1 o 2 días sin poner. El número de huevos de la serie marca la tasa de producción que lógicamente va disminuyendo con la edad. Es interesante señalar que el tamaño de la yema va disminuyendo a lo largo de la serie y en forma inversa al grosor de la futura cáscara, presentando los huevos primeros de la serie una menor viabilidad embrionaria.

**Figura 8. Modelo matemático de un ciclo ovulatorio con una serie de tres huevos.**



La yema entra en el oviducto 24-26 horas antes de la salida del huevo a nivel de la cloaca (ovoposición). El OVIDUCTO se presenta como un tubo de 60-70 cm de largo y 40 g de peso, que va desde la región del ovario hasta la cloaca. En relación a las distintas funciones que realizan, se describen cinco secciones: infundíbulo, magno, istmo, útero o glándula cascarógena y cloaca (figura 4).

El INFUNDIBULO es la entrada del oviducto, el lugar donde la yema o vitelo es capturada tras la ovulación. Tiene forma de embudo y el tiempo de permanencia es aproximadamente 15-30 minutos. Aquí se forman las dos capas más externas de la membrana vitelina, que representan 2/3 partes del total y juegan un papel muy importante en la protección de la yema, evitando la entrada de agua a partir de la clara. Además, el infundíbulo es el lugar donde se puede producir la posible fertilización del huevo.

A continuación, vamos a describir las alteraciones más frecuentes relacionadas con el proceso de formación de la yema.

1. Reabsorción o ruptura del folículo y pérdida del contenido en la cavidad abdominal, provocándose el desarrollo de una peritonitis. Este fenómeno suele producirse por causa de un estado de subalimentación o durante la fase de muda.
2. Huevos de doble yema. Se producen dos ovulaciones al mismo tiempo y siguen su proceso conjuntamente. Estas ovulaciones múltiples se producen en gallinas jóvenes y también en estados de sobrealimentación. Suelen acompañarse de problemas de cáscara, ovulaciones erráticas y prolapso de oviducto.
3. Manchas de Sangre. Ocasionalmente, al romperse la pared folicular puede arrastrarse una región vascularizada lo que provoca la aparición de sangre en la superficie de la yema.

4. Coloraciones extrañas. El color de la yema depende de la concentración, actividad y tipo (relación rojos/amarillos) de carotenoides que contiene el pienso de las aves, pigmentantes que deben aportarse de forma continuada durante los diez días de crecimiento rápido del vitelo. Existen sustancias liposolubles que pueden provocar problemas de pigmentación (gosipol del algodón, ciertos aditivos, componentes de plantas silvestres, etc). Por supuesto que los problemas patológicos pueden afectar en el proceso de pigmentación.
5. Olores extraños. Este problema generalmente esta relacionado con el almacenamiento, si bien la utilización de sustancias liposolubles que contengan algún compuesto que provoque olores extraños puede ser vehiculado hasta la yema. Este es el caso de la utilización en el pienso de harinas o aceites de pescado y/o colza y la presencia de lanolina entre otros.

La formación del ALBUMEN se inicia en el MAGNO pero acaba en el útero. La clara esta formada por una solución acuosa (90% agua) de proteína y minerales (tabla 1). A diferencia de los componentes de la yema que provienen del hígado, las proteínas que constituyen el albumen son sintetizadas en el magno y están bajo la regulación de las hormonas esteroideas ováricas. Estas proteínas (más de 40, de ellas 7 representan el 90%) tienen propiedades nutricionales y funcionales específicas y algunas de ellas son únicas en la naturaleza. Cabe destacar la responsabilidad de la ovoalbúmina y ovomucina en la consistencia del albumen y las propiedades antibacterianas de la lisozima. Una carencia en el pienso de aminoácidos esenciales implicados en la síntesis de estas proteínas repercutirá en su calidad. Es interesante señalar, que existen trabajos realizados a nivel molecular para determinar los genes que codifican la producción de estas proteínas y que, en el futuro, pueden tener una gran repercusión sobre características específicas del huevo.

El magno es la sección más larga del oviducto y presenta distintos tipo de células con especificidad en la producción de las proteínas que forman el albumen.

- Las glándulas tubulares secretan ovoalbúmina y lisozima, entre otras, que equivalen al 80% de los componentes de la clara.
- Las células caliciformes sintetizan avidina y ovomucina.

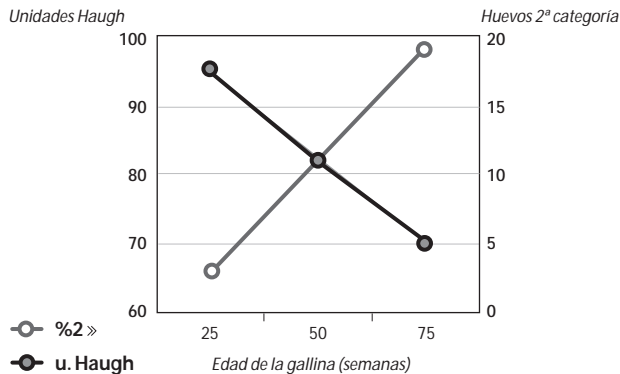
La síntesis proteica se efectúa de forma continuada pero aumenta cuando la yema entra en el magno. La distensión tisular que produce la yema a su paso por el oviducto, provoca la liberación de las proteínas almacenadas en las células que se irán depositando durante las 3 horas y 30 minutos que tarda este proceso.

Cuando el huevo sale del magno, el albumen presenta un aspecto gelatinoso denso ya que solo contiene un 50 % del agua, es decir alrededor de 15 g. El proceso de hidratación y estructuración del albumen acaba en el útero, fase conocida como "plumpling". La transferencia de agua esta acompañada de minerales, sobre todo sodio, potasio y bicarbonato. Finalmente se constituyen las cuatro capas de albumen que se han detallado anteriormente (figura 1). Se produce una rotación del huevo en el útero dando lugar a la torsión de las fibras proteicas del albumen denso, formandose las chalazas. Por lo tanto el útero complementariamente al magno, es responsable de las propiedades fisicoquímicas de la clara y de la situación de la yema, es decir su función es determinante en la calidad interna del huevo.

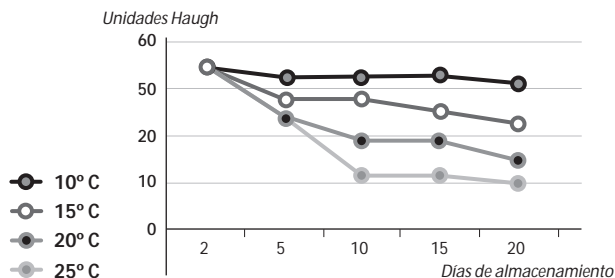
Esta estructura se desintegra tras la puesta del huevo, transformándose el albumen denso en fluido. Al mismo tiempo y conforme el huevo pierde frescura, se pierde dióxido de carbono incrementándose el pH (a partir de 7.6), el agua emigra hacia la yema y la cáscara. Finalmente el proceso se agrava con la descentralización e incluso ruptura de la yema, empeorando los problemas organolépticos y de contaminación microbiana.

Por lo tanto la calidad del albumen se relaciona con la fluidificación del mismo y se puede valorar a través de la altura de su capa densa externa. Las Unidades Haugh (U.H.) son una medida que correlaciona esta altura en mm con el peso del huevo. Los valores de las U. H. pueden variar de 0 a 100 y en general valores superiores a 70 se consideran aceptables en términos de calidad. Las U.H. disminuyen con la edad del lote de gallinas y el tiempo de almacenamiento del huevo (figura 9). La disminución es mayor si los huevos se mantienen en condiciones de temperatura y humedad relativa incorrectas. (figura 10)

**Figura 9. Relación entre la edad de la gallina y las U. Haugh y % de huevos de 2ª categoría.**



**Figura 10. Efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento del huevo sobre las Unidades Haugh**



En relación a las alteraciones más frecuentes del albumen:

- 1. Clara fluida.** Además de la pérdida de densidad del albumen que se produce de forma normal con la edad y el almacenamiento, algunas enfermedades víricas afectan a su proceso de formación. En concreto la bronquitis infecciosa altera las células calciformes responsables de la síntesis de ovomucina y por lo tanto de la estructura de gel del albumen.
- 2. Manchas de carne.** La causa más frecuente es resto de tejido procedente del oviducto. Ocasionalmente se alude a una partenogénesis espontánea, es decir el desarrollo embrionario de un ovulo no fecundado. En algunas casos no son orgánicos sino restos de calcita.
- 3. Huevo sin yema.** La presencia de un cuerpo extraño en el magno puede provocar el depósito del albumen y la continuación del proceso de formación sin la yema. Sobre todo se produce en pollitas jóvenes.

Al llegar al ISTMO (figura 4) el albumen empieza a rodearse de las fibras proteicas que constituirán las dos membranas testáceas (figura1).

El huevo en formación entra en el UTERO o GLANDULA CAS-CARÓGENA 5 horas después de la ovulación. Aquí tiene el mayor tiempo de permanencia de 18 a 22 horas y es donde se produce, fundamentalmente, la formación de la CÁSCARA.

En esta parte del oviducto se reconocen dos secciones diferenciadas y se presentan varios tipos de células secretoras.

La parte craneal del útero es de forma tubular (2cm; 5 horas de permanencia) y es responsable, además de la hidratación de la clara comentada anteriormente, de la organización de las fibras de la membrana testácea externa dentro de los núcleos de la capa mamilar, repercutiendo sobre la fijación posterior de los cristales de carbonato cálcico y, por lo tanto, en la solidez de la futura cáscara.

La parte mayor del útero, es una bolsa glandular donde se realiza la calcificación propiamente dicha, adquiriendo el tejido una coloración rojiza durante el proceso de mineralización. El huevo se encuentra en una solución sobresaturada de carbonato cálcico que se va depositando, en forma de calcita, alrededor y sobre las fibras que constituyen la membrana testácea externa en núcleos o conos concretos. Esta capa cristalina basal y los cristales que irradian constituyen los cuerpos mamilares, que crecen y se fusionan formando la capa mamilar. Durante este proceso ya se van definiendo los poros que atravesarán la cáscara. A partir de aquí, continua una fase de calcificación rápida dando lugar a la capa en empalizada y, posteriormente, se produce un cambio de orientación de los cristales formándose la capa de cristales verticales.

El alimento es la principal fuente de calcio, necesario para la formación de la cáscara (2g). Diversos mecanismos fisiológicos permiten que la concentración de  $Ca^{++}$  en sangre se mantenga relativamente constante y elevada, con la finalidad de conseguir un depósito de cáscara regular:

- Modificaciones fisiológicas. Durante el periodo de puesta, se incrementan las tasas de absorción, depósito y almacenamiento de  $Ca^{++}$ . Se produce una mayor transferencia de  $Ca^{++}$  desde la sangre a la superficie donde precipita el ion carbonato.
- Se produce una mayor apetencia específica por el calcio, es decir, un mayor consumo diario y horario. Así que la utilización de una fuente de calcio extra, a parte del pienso, y el momento de administración son fundamentales para mantener una buena calidad de cáscara. Si recordamos que la cáscara se deposita de forma continuada durante 20 horas y fundamentalmente de noche y que se produce un pico de consumo 2 horas antes del periodo de oscuridad, es lógico que se utilicen fuentes de calcio de absorción lenta sobre todo durante la tarde-noche.

- Además en el tejido óseo de la gallina madura existe una red trabecular que actúa de reserva de calcio para la formación del huevo, hueso medular (12% del esqueleto). El hueso medular se forma 10-14 días antes de iniciarse la puesta de huevos. Ahora bien, se necesita un aporte dietético continuado de calcio para mantener este depósito. Además, la gallina prioriza su función reproductora y podría llegar a descalcificarse. De hecho la formación de 6 huevos supondría la pérdida de 40% del total del calcio del esqueleto.

El fluido uterino también contiene los precursores de las proteínas que constituyen la matriz orgánica de la cáscara. La parte orgánica representa un 2 % del total de la cáscara y esta constituida por una mezcla de proteínas y glucoproteínas (70 %) con un 11 % de polisacáridos (tabla 1). Esta matriz se integra en el crecimiento de las columnas de calcita, dando elasticidad y consistencia a la cáscara.

Los pigmentos, responsables de la coloración de la cáscara, son porfirinas derivadas del metabolismo de la hemoglobina. Se depositan las 2 últimas horas de la formación del huevo y dependen de la estirpe.

Todo el conjunto de la cáscara está rodeado por la cutícula, que reduce las pérdidas de humedad y la contaminación bacteriana.

Una vez formado el huevo se producirá la expulsión a través de la VAGINA, tubo en forma sigmoidea que va desde la glándula cascarógena hasta la cloaca. No es necesario el contacto directo del huevo con la vagina, ya que se produce un prolapso de la parte posterior del útero. El huevo es expulsado con fuerza gracias a las contracciones de la musculatura lisa que rodea la mucosa. En algunas gallinas, el huevo gira 180 °C una hora antes de la ovoposición saliendo primero la parte roma.

No es extraño que se conozcan numerosas alteraciones de la cáscara después de entender el largo y complejo proceso de formación. Muchas de ellas se deben a alteraciones en la funciona-

lidad del oviducto bien sea por enfermedades, causas externas de estrés o problemas nutricionales. Además, hoy en día se sabe que las características ultraestructurales de la cáscara varían con la estirpe y la edad de la gallina.

1. **Huevos en fáfara.** No se ha producido correctamente la calcificación. Sobre todo se produce en pollitas jóvenes y la causan perturbaciones durante el proceso de mineralización.
2. **Huevos arrugados.** Puede ser causa de una hidratación incompleta del albumen lo que impide la distensión total de las membranas testáceas. Su incidencia puede estar relacionada con la presencia de enfermedades víricas.
3. **Huevos diana (Target egg).** Se encuentran dos huevos a nivel del útero. El lugar donde contactan las cáscaras se produce un anillo o zona plana.
4. **Huevos translucidos.** Puede ser a causa de una fusión incorrecta de las columnas en empalizada de calcita o por una ruptura de las membranas testáceas. Se produce un trasvase de agua hasta el interior de la cáscara.
5. **Pandeo ecuatorial.** Por un cambio en el tono muscular del oviducto que se refleja en un engrosamiento de la cáscara en el punto de contracción.
6. **Cáscara áspera o rugosa.** Suelen presentarse en huevos marrones por un depósito extra de calcio.
7. **Huevos pálidos.** Incorrecto depósito de porfirinas en la cáscara. La incidencia es mayor conforme aumenta la edad.
8. **Huevos sucios.** Puede producirse manchas de sangre o heces por un defecto durante la ovoposición. También

puede ser causa de una contaminación posterior, por ejemplo heces, marcas de la jaula, contaminación fúngica, restos de insectos, etc. Hay que recordar que la capa de mucina se deposita en último lugar y permanece húmeda tras la salida del huevo.

9. **Huevos rotos, fisurados.** Suele ser por causa de un impacto externo. No olvidemos que el huevo realiza un transporte y manipulación antes de llegar al lugar de consumo. Otro ejemplo es la incisión de una uña de la gallina.

---

### Bibliografía

- 1 Burley, R.W. y Vadhera, D.V. The avian egg chemistry and biology. Ed. John Wiley & sons, 1989.
- 2 Etches, R.J. Reproducción aviar. Ed. Acribia, 1998.
- 3 Egg Quality Guide. Department for environment, food & rural affairs. Reino Unido, 2000.
- 4 Coutts, J.A. y Wilson, G.C. Manual Práctico de Calidad del Huevo. Roche Vitaminas S.A., 1995.
- 5 König y Liebich. Anatomie und Propädeutik des Geflügels. Schattauer, 2001.
- 6 Leeson, S. Y Summers, J.D. Broiler breeder production. Ed. University Books, 2000.
- 7 Memoria de las Jornadas de Control y Mejora de la Calidad del Huevo. Reus, 2001.
- 8 Robinson, F. E. Management for Control of Ovarian Development in Broiler Breeders. Ross Tech. Abril 1999.
- 9 Robinson, F. E. y Renema, R.A. Principles of photoperiod management in female broiler breeders. Technical News vol.7 nº 1. 1999.
- 10 Sauver, B. Reproduction des volailles et production d'oeufs. INRA, 1988.
- 11 Solomon, S.E. Egg and Eggshell Quality. Iowa State University Press. 1991
- 12 <http://www.gla.ac.uk/faculties/vet/research/poultry/shell.html> Poultry Research Unit University of Glasgow.







# 4

## **Calidad interna del huevo y su conservación**

D. Pedro Fuentes Pérez de los Cobos

## 4

**Calidad interna del huevo y su conservación**

D. Pedro Fuentes Pérez de los Cobos

*Ingeniero Agrónomo**HIBRAMER, S.A.***1 ALGUNAS NOTAS SOBRE LA COMPOSICION DEL HUEVO**

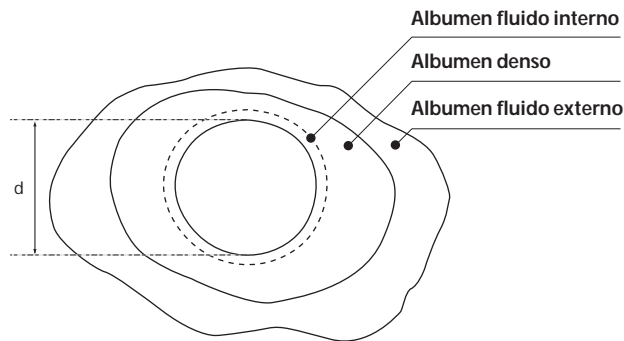
Presupongo que en alguno de los capítulos de este libro han descrito suficientemente la formación y composición del huevo, solo me referiré a un aspecto que me interesa para que entiendan mejor lo que vamos a tratar a continuación.

Solo me interesa resaltar las cuatro partes bien diferenciadas que tiene la clara del huevo:



- a) **Albumen fluido interno** : capa que rodea a la yema.
- b) **Chalazas** : es una estructura filamentososa que va de la yema hacia los dos polos del huevo, su cometido es el sostenimiento centrado de la yema.
- c) **Albumen denso**: es la capa más abundante y presenta un aspecto de gel. Rodea a la yema y en los dos polos esta en contacto con la cáscara.

- d) **Albumen fluido exterior**: capa líquida que rodea a la anterior separándola de las membranas de la cáscara.

**2 CALIDAD DEL ALBUMEN**

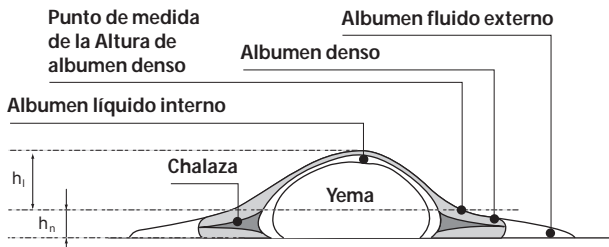
La calidad del albumen desde el punto de vista del consumidor del huevo, es la densidad del albumen rodeando la yema una vez cascado el huevo.

Vamos a tratar como medir o cuantificar la calidad, intentar saber porqué se deteriora el albumen, las causas y posibles soluciones.

**2.1 MEDIDA DE LA CALIDAD DEL ALBUMEN**

Para la medida de la calidad del albumen se propuso utilizar el pH, variación de este esta relacionada con la calidad del albumen después de un periodo de almacenamiento (Hunton 1985, Sauveur 1988) pero las diferencias en el pH no están asociadas a la calidad del huevo fresco (Skala y Swanson 1962). La evolución de la materia seca (Cunningham 1960, Fletcher 1983) o la composición química (Sauveur 1988) son inconsistentes por la baja correlación entre cualquiera de los elementos medibles y otros parámetros relacionados con la calidad. La Unidad Haugh (Haugh 1937) ha sido usada por la industria desde su desarrollo.

Se trata del logaritmo de la altura del albumen denso corregido con respecto a un peso de huevo de 2 onzas (56,7 grs.) a temperatura superior o igual a 12 °C.



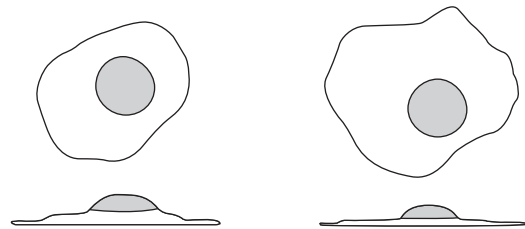
$$UH = 100 \text{ Log } (H - 1,7 P^{2,37} + 7,57)$$

en donde  $UH = \text{Unidad Haugh}$   
 $H = \text{Altura (mm) de albumen denso}$   
 $P = \text{Peso (gr.) del huevo}$

El peso del huevo tiene muy poca influencia sobre la altura del albumen, luego se presenta como innecesaria la corrección del peso en la fórmula. Según Silversides (1993) el alto coeficiente de correlación entre la altura del albumen y las UH y por otro lado el bajo coeficiente entre el Peso del huevo y las UH, sugieren que la medida de la altura como indice de calidad del albumen es tan buena como la Unidad Haugh.

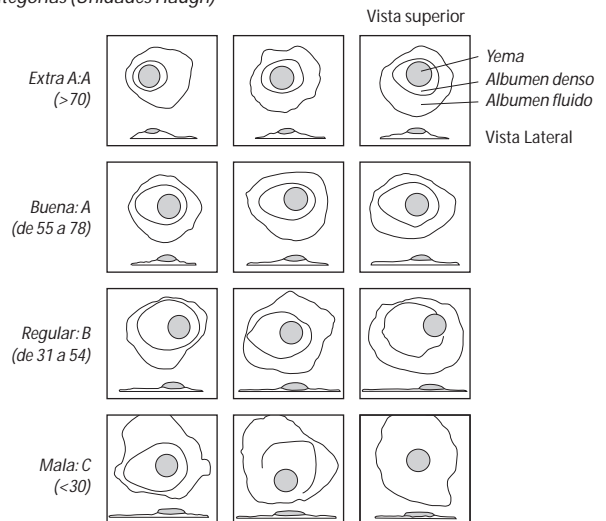
Para hacer la medición se precisa un trípode con micrómetro especial para medir albumen de huevo, una vez cascado el huevo se coloca el trípode de tal manera que las patas estén situadas en un diámetro de la yema. Se mide la altura en una zona plana del albumen denso que dista unos 7 mm. de la yema, no midiendo sobre las chalazas.

La escala varía entre 20 y 110, aunque los valores más frecuentes están entre 45 y 95.



La única escala de medición de frescura que utiliza las Unidades Haugh es la del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) que es:

Categorías (Unidades Haugh)



Uh	>79	78-55	54-31	<30
Clase	AA	A	B	C
Definición	Extra	Frescos	baja calidad	desechables

## 2.2 FACTORES QUE AFECTAN AL ALBUMEN DE LOS HUEVOS ANTES DE LA PUESTA

### 2.2.1 Edad de la gallina

Las UH del albumen disminuyen con la edad de las gallinas (Jeffrey 1941), aunque esta disminución es independiente de la época del año (Cunningham 1960) (gráfico 1).

### 2.2.2 Estirpe

Está demostrada la diferencia entre distintas estirpes, aunque es en general pequeña. Esta diferencia es por diferente presión de selección genética

### 2.2.3 Muda forzada

Es conocido por todos la mejora de la calidad del albumen después de realizar una muda forzada.

Esta es debido a la reabsorción y posterior regeneración del mágnum con lo que este tejido nuevo se comporta más eficientemente que el viejo a la hora de fabricar el albumen (gráfico 2).

### 2.2.4 Programa de luz

M.M. Shanawany (WPSA. Symposium on Egg Quality 1989) encontró una relación positiva entre el aumento del peso del huevo y el ciclo ahemeral de luz, por otro lado obtuvo un decrecimiento de la altura del albumen al aumentar la longitud de los ciclos, de donde deducimos la disminución de las UH al aumentar los ciclos.

Este efecto de disminución por efecto de ciclos ahemerales también ha sido constatado por Sauveur y Picard (1987) (gráficos 3, 4 y 5).

Gráfico 1. Edad de la gallina. Unidades Haugh de aves nacidas en 1992. Departamento de Producción Hibramer, S.A.

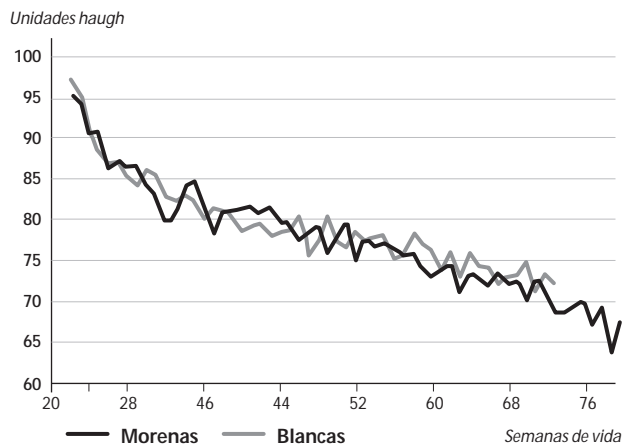
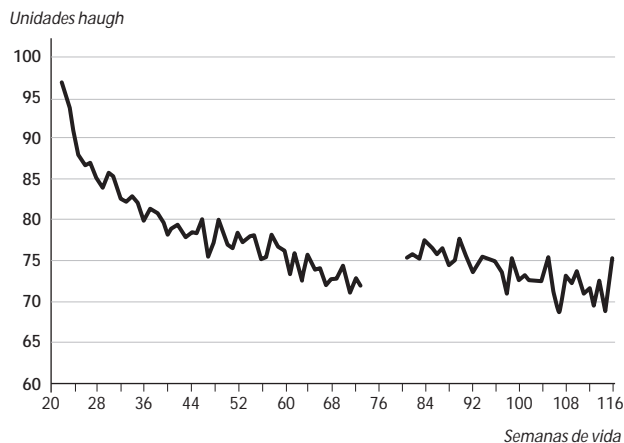
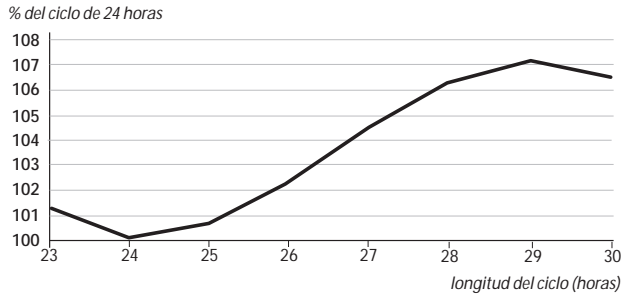


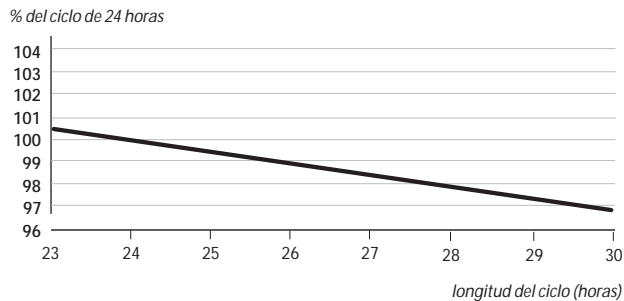
Gráfico 2. Muda Forzada. Unidades Haugh de aves nacidas en 1992. Departamento de Producción Hibramer, S.A.



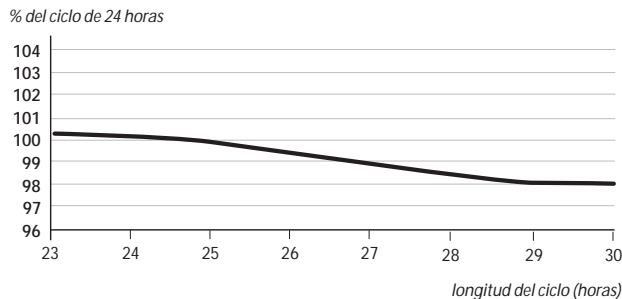
**Gráfico 3. Variación del peso del albumen según Shanawany. WPSA Egg Quality 1989**



**Gráfico 4. Variación de la altura del albumen según Shanawany. WPSA Egg Quality 1989**



**Gráfico 5. Variación de las unidades Haugh según Shanawany. WPSA Egg Quality 1989**



## 2.2.5 Instalaciones

Belyavin (1988) evaluando la diferencia de calidad entre huevos producidos en baterías, aviario, suelo o parque al aire libre, observó mejor calidad en los huevos de batería, aunque cabe pensar que este efecto sea realmente debido a frecuencia de recogida, a problemas sanitarios o de amoníaco, más que al sistema en si.

## 2.2.6 Enfermedades

Para una buena ampliación de este apartado, debe consultarse la revisión realizada por Spackman (1987). A modo de resumen:

- Bronquitis Infecciosa: los virus causantes de esta enfermedad destruyen las células del mágnum, afectando por consiguiente muy fuertemente a la calidad del albumen y de la cáscara. El problema es en general bastante permanente por lo que se aconseja un correcto programa de vacunación para preservarnos de esta enfermedad.
- Enfermedad de Newcastle

## 2.2.7 Alimentación

### 2.2.7.1 Nivel proteína

En aves Leghorn alimentadas con raciones decrecientes en proteína (15,6%, 14,8%, y 14,0%) se observa un aumento en las Unidades Haugh, según Cava y Hamilton (1982).

Al Bustany y Elwinger (1987) observan una mejora muy significativa de las UH al pasar los niveles de Lisina de 0,46 a 0,87% en la dieta.

### 2.2.7.2 Fuente proteica

Determinadas fuentes de proteína para alimentación de gallinas ponedoras presentan efectos sobre las U.H. del huevo.

Las harinas de habas, según G. Mateos y Puchal (1981).

	U.H.
Control	84,8
55 % H. habas	94,3

Según Bougon (1974) la incorporación de grano de habas (Viscea Faba Minor) produce un incremento en las U.H aunque supone un decremento en la masa de huevo.

	Variación U.H.
Control	-
12,5 % habas	1,7%
25 % habas	3,9%

Mueller (1956) observa que raciones con harina de carne, avena y cebada daban huevos con U.H. más elevadas que raciones de maíz-soja. Sauveur (1979) también observa un efecto positivo de la harina de carne. Hoy este producto esta prohibida su utilización en la Unión Europea.

	U.H.
Control	78,8
5 % H. Carne	82,0

La semilla entera de girasol presenta unos efectos negativos sobre los U.H. observados por Karanajeewa y Tham (1987-1989).

% Semilla entera de girasol	% Puesta	Peso Huevo	U.H.	Consumo
0	75,9	59,8	73,1	112,3
1,0	73,5	60,9	70,0	111,7
2,0	72,6	61,6	68,5	110,8
4,0	72,3	62,2	65,9	110,2

Sauveur (1988) describe efectos negativos de la colza rica en glucosinolatos sobre las U.H.

### 2.2.7.3 Subproductos de Destilería

Usando en las dietas de ponedoras subproductos de la fermentación de granos (DDGS) a niveles del 10 %, se obtienen resultados muy dispares sobre las U.H. Sauveur (1990) dice que en 2 de cada 3 casos se obtienen mejores en las U.H. del orden de 5-10 puntos. Igualmente G. Santomá (1994) y Benabdeljelil (1990) describen diversos ensayos con resultados varios, pero sin obtenerse consecuencias concretas.

### 2.2.7.4 Magnesio

Monsey (1977), variando el contenido de magnesio de una dieta de 0,4 a 0,93 %, obtenía una mejora en las U.H.

Benabdeljelil y Jensen (1989), añadiendo a la dieta 1,1 % de magnesio en forma de carbonato de magnesio, a una dieta de maíz-soja, no encontraron mejoras en la U.H.

Sauveur (1971 y 1973) indica que un aumento del magnesio origina una más lenta caída de las U.H. después de la puesta. Robinson (1975) indica que suplementaciones en la dieta de 0,4 a 0,8 % de magnesio favorece la estabilidad del albumen durante el almacenaje.

Robinson y Monsey (1972) proponen que el Mg<sup>2+</sup> pueda ser un inhibidor de la enzima responsable de la degradación de la ovomucina. El mecanismo de actuación es aún desconocido.

### 2.2.7.5 Vanadio

Berg y Col (1963) fue el primero en describir los efectos negativos del vanadio sobre el albumen del huevo, cantidades del orden de 10 ppm. de vanadio originan descensos de las U.H. Sell (1984) no obtiene efectos sobre la producción de huevos, peso del huevo e índice de conversión, al añadir 10 ppm. de vanadio a la ración.

El modo de actuación propuesto por Eyd y Moran (1984) es la inhibición de las contracciones del mágnium durante la formación del huevo. Se observa una reducción en el peso del mágnium en aves alimentadas con 30 ppm. de vanadio, siguiendo el Las contaminaciones con vanadio se han detectado en algunas fuentes de fosfato bicálcico.

Sell (1986) observa que una ración con 5 % de harina de semilla de algodón contrarrestaba ciertos efectos del vanadio.

Jensen y Maurice (1980) observan que un 10 % de DDGS contrarresta efectos de 20 ppm. de vanadio sobre las U.H.

Hafez y Kratzer (1976) observaron que el cromo producía un efecto de contrarrestación de la toxicidad del vanadio en pollitas. Jensen y Maurice (1980) observan la contrarrestación de los efectos del vanadio en las U.H., mientras que Ousterhout y Berg (1981) no observan ninguna contrarrestación.

Recientes ensayos de Benabdeljelil y Jensen (1990) nos confirman los efectos negativos del vanadio y no nos resuelve la incógnita del cromo, teniendo en cuenta las dietas utilizadas. Ver cuadro.

Vanadio ppm.	Cromo ppm.	Masa del huevo Grs.	Resist. a la rotura Kgs	U. Haugh
0	0	53,07	2,67	78
10	0	51,60	2,62	72
10	10	48,38	2,70	72
10	50	49,56	2,80	70
30	0	48,19	2,61	70
30	30	49,20	2,60	69
30	150	49,20	2,58	68
100	0	37,76	2,63	66

Blalock y Hill (1987) especulan sobre la interacción de los niveles de hierro en la dieta y la toxicidad del vanadio, argumentando la hipótesis de la dependencia del transporte del vanadio, del hierro.

### 2.2.7.6 Cloruro amónico

Hall y Helbacka (1959) estudiaron el efecto del cloruro amónico sobre las U.H., observándose unos efectos positivos, pero al mismo tiempo se observaban unos efectos negativos sobre la cáscara del huevo.

Actúa sobre el pH del albumen aumentándolo, así como aumentando el contenido en calcio y magnesio del albumen (Sauveur 1970). Esta mejoría en las U.H. se sigue observando después de 14 días de almacenaje. (Sauveur 1976).

### 2.2.7.7 Ácido ascórbico

Numerosos estudios hacen referencia al beneficioso efecto del ácido ascórbico en resultados productivos y calidad del huevo durante periodos de stres o de carencias.

Benabdeljelil y Jensen (1990) indican que 100 ppm. de ácido ascórbico es suficiente para contrarrestar los efectos negativos del vanadio en la calidad interior. Ver cuadro.

Vanadio ppm.	Ácido ascorb. ppm.	Masa del huevo Grs.	Resist. a la rotura Kgs	U. Haugh
0	0	54,56	2,89	77
0	100	55,49	2,91	79
0	1000	51,46	2,90	80
0	5000	51,00	2,98	79
10	0	50,02	2,68	71
10	100	51,24	2,66	75
10	1000	52,29	2,88	77
10	5000	55,04	2,85	81

El mecanismo por el cual el ácido ascórbico reduce la toxicidad del vanadio no está claro, aunque Berg y Lawrence (1971) deducen que el ácido ascórbico reduce la deposición de vanadio en los huesos de pollos.

## 2.3 FACTORES QUE AFECTAN AL ALBUMEN DE LOS HUEVOS

### DESPUÉS DE LA PUESTA

#### 2.3.1 Transformaciones en el interior del huevo

Durante el almacenaje, en los huevos se producen dos fenómenos que le hacen perder calidad: pérdida de vapor de agua y de anhídrido carbónico.

La pérdida de agua origina disminución de peso y aumento de la cámara de aire. La transferencia de vapor de agua del interior al exterior del huevo depende del gradiente de presión de vapor de agua y de la superficie de transferencia, la cutícula y la porosidad.

La pérdida de anhídrido carbónico que hay disuelto en el albumen, origina una basificación de éste. Próximo a la puesta el pH del

albumen es alrededor de 7,4-7,9 llegando con el paso del tiempo hasta valores de 9,2-9,7. Así pues, el pH del albumen depende del equilibrio entre el CO<sub>2</sub>, el ion bicarbonato y el ion carbonato del albumen.

La variación del pH está asociada a una fluidificación de la clara del huevo. El mecanismo de esta fluidificación no está perfectamente dilucidado, existen tres teorías:

- 1ª) Despolarización de la B-ovomucina por efecto del ion hidroxilo (OH<sup>-</sup>) a medida que aumenta el pH.
- 2ª) Hidrólisis enzimática.
- 3ª) Modificación de las interacciones electrostáticas entre la B-ovomucina y la lisozima.

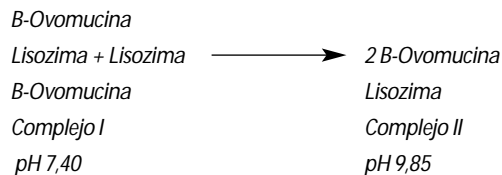
La ovomucina es una glicoproteína de carácter ácido formada por dos unidades,  $\gamma$  y  $\beta$ . La B-ovomucina es especialmente rica en glúcidos y en ácidos siálicos capaces de establecer relaciones electrostáticas con otras moléculas cargadas positivamente.

La ovomucina es capaz de formar un gel y se la encuentra 10 veces más en el albumen denso que en el fluido. La lisozima por el contrario es una proteína con carácter básico.

Kato y Nakamura (1970) observaron que el contenido en carbohidratos del complejo ovomucina disminuía con el tiempo de almacenaje.

Powrie (1977) indica que la actividad de la lisozima baja un 20-25 % durante el almacenaje de huevos a 2 °C durante 45 días.

Estos datos ratifican la teoría expuesta por Cotterill (1955), Brooks (1961) y Kato (1970), en la que:



El gel lisozima-Ovomucina del complejo I, al aumentar el pH en presencia de lisozima, reaccionan formando un nuevo complejo II que carece de capacidad formadora de gel.

### 2.3.2 Influencia del binomio temperatura-humedad ambiente

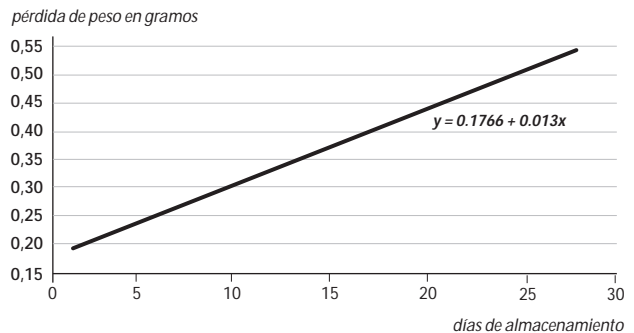
Como ya hemos indicado la pérdida vapor de agua del huevo depende del gradiente de presión de vapor entre el interior y el exterior del huevo, por lo tanto, la pérdida de vapor de agua depende de la humedad y temperatura exterior.

La humedad no deberíamos subirla de 80 %, pues podríamos tener problemas de proliferación de hongos y otros microorganismo. En cuanto a temperatura y para no producir congelación en el huevo debemos ir a temperaturas del orden de 1°C.

En estas condiciones, según J. Protais (1989) a 1°C y 90 % HR, la pérdida de peso (Y) es una función lineal del tiempo (X) de almacenamiento, según la ecuación:

$$Y = 0,013 X + 0,1766$$

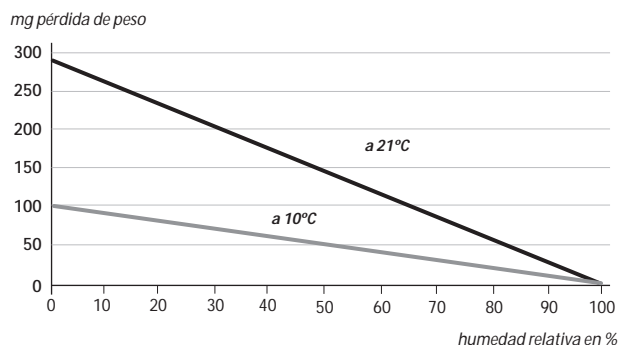
**Gráfico 6. Pérdida de peso en almacenaje. Temp. 1°C y 90%HR según J. Protais (1989)**



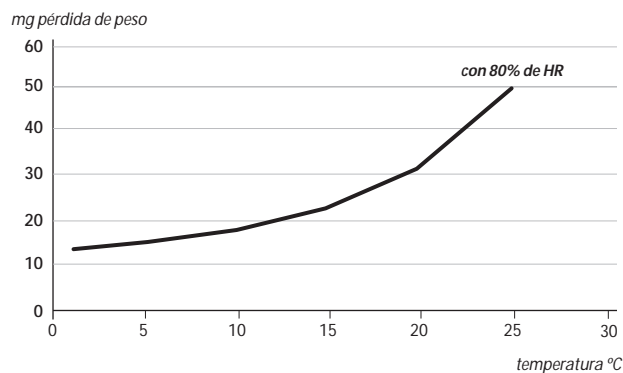


Para otras humedades y temperaturas se obtienen los siguientes gráficos.

**Gráfico 7. Pérdida de peso versus medio ambiente. Según Romanoff (1949) y Saveur (1988)**



**Gráfico 8. Pérdida de peso versus medio ambiente. Según Romanoff (1949) y Saveur (1988)**

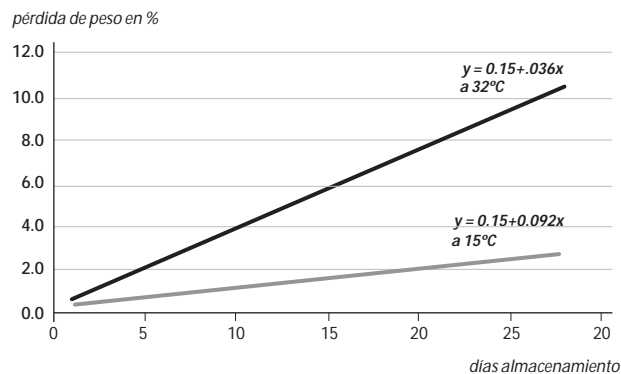


Según Bornstein-Lipstein (1958) la pérdida de peso (Y) en relación a los días (X) de almacenamiento, es:

$$a\ 32^{\circ}\text{C}\ Y = 0,150 + 0,368\ x$$

$$a\ 15^{\circ}\text{C}\ Y = 0,150 + 0,0923\ x$$

**Gráfico 9. Pérdida de peso versus temperatura. Según Bornstein - Lipstein (1958)**



Por último señalar que al ser la superficie de los huevos de tamaño grandes proporcionalmente inferior a la de los huevos pequeños, la pérdida de peso expresada en función del peso inicial, disminuye al aumentar el peso inicial del huevo.

Calibre	38 días		
	Peso final	Peso final	% pérdida
55-60	57,9	57,6	0,51
60-65	62,7	62,3	0,63
65-70	67,3	66,9	0,59
70-75	71,8	71,4	0,55

Calibre	73 días		
	Peso final	Peso final	102 días
55-60	58,3	57,5	1,37
60-65	62,8	62,2	0,95
65-70	66,9	66,2	1,04
70-75	72,1	71,3	1,10

Calibre	102 días		
	Peso final	Peso final	102 días
55-60	58,1	57,2	1,55
60-65	62,8	61,9	1,43
65-70	67,1	66,1	1,49
70-75	71,9	70,8	1,52

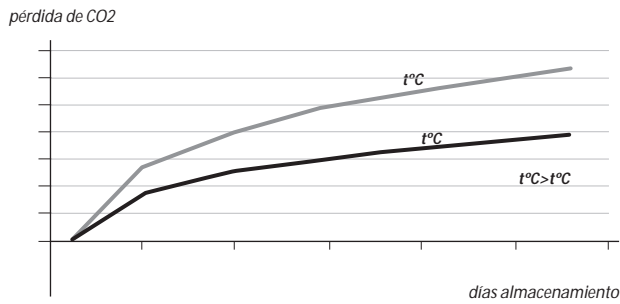
Según J. Protais. Sta. Exp. Avi. de Ploufragan a 1°C y 90 % de Humedad relativa

Según Sauveur (1988) la pérdida de CO<sup>2</sup> a la atmósfera por parte del huevo se realiza según la ecuación

$$CO^2 = at^b$$

Siendo t el tiempo, a una constante y b un parámetro que depende de la temperatura, luego al aumentar la temperatura aumentará la pérdida de anhídrido carbónico

Gráfico 10. pérdidas de CO<sup>2</sup> con el tiempo. Según Sauveur (1988)



Como la pérdida de CO<sup>2</sup> está íntimamente relacionada con las U.H., vemos que las pérdida de U.H. de los huevos almacenados disminuyen al disminuir la temperatura (gráficos 11 y 12).

Gráfico 11. Influencia de la temperatura en almacenaje. Según Coutts y Wilson (1986)

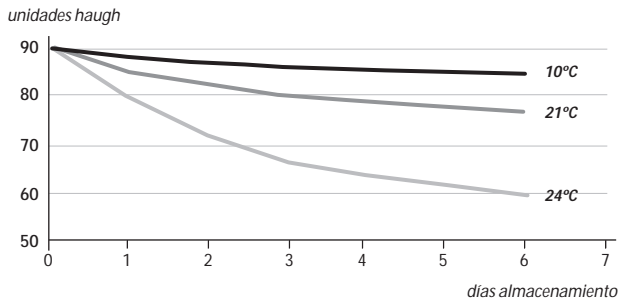
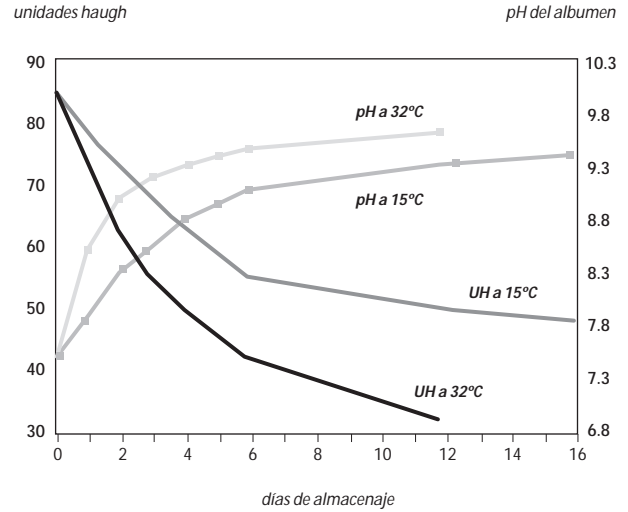


Gráfico 12. Unidades haugh versus pH del albumen según Bornstein y Lipstein (1962)



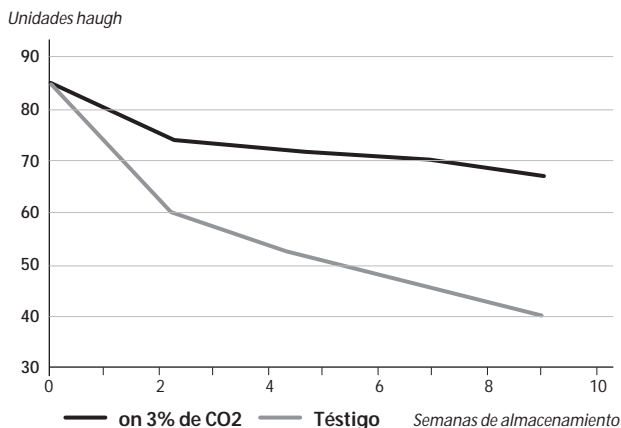
### 2.3.3 Influencia de una atmósfera enriquecida en CO<sup>2</sup>

El huevo pierde CO<sup>2</sup> en función de un gradiente de tensión vapor, luego si aumentamos la concentración en CO<sup>2</sup> de la atmósfera que rodea al huevo, aumentamos la tensión de vapor del CO<sup>2</sup> y por lo tanto reduciremos la difusión de este gas de dentro hacia fuera del huevo.

Según W.D. Powrie (1977) la modificación de la atmósfera en CO<sup>2</sup> afecta al equilibrio iónico bicarbonato-carbonato y CO<sup>2</sup>, con lo que se modifica el pH y por consiguiente las U.H. (grafico 14).

% CO <sup>2</sup> ambiente	pH del albumen	gr./litro iones	
		Bicarbonato	Carbonato
0,03 (Aire)	9,61	0,0205	0,0104
1	8,43	0,0448	0,0015
2	7,99	0,0490	0,0006
5	7,78	0,0505	0,0004
10	7,50	0,0528	0,0002

**Gráfico 13. Almacenaje en atmósfera rica en CO2. Temperatura 20°C, según Sauveur (1967)**



### 2.3.4 Influencia del aceitado

El aceitado de huevos consiste en hacer pasar los huevos por una atmósfera saturada de un aceite de una densidad muy baja, se impregna la superficie del huevo taponando los poros.

Según W.J. Stadelman (1977) las pérdidas de peso con o sin aceitado para huevos tratados inmediatamente después de la puesta:

Edad Huevo	Pérdidas de peso en gramos			
	10°C y alta H.R.		24°C y baja H.R.	
	Aceitado	No aceitado	Aceitado	No aceitado
1 día	0,107	0,172	0,197	0,328
3 días	0,212	0,374	0,411	0,795
5 días	0,309	0,575	0,604	1,256

La variación de las U.H. con el aceitado, según J.P. Hudspeth (1964) se muestran en la siguiente tabla.

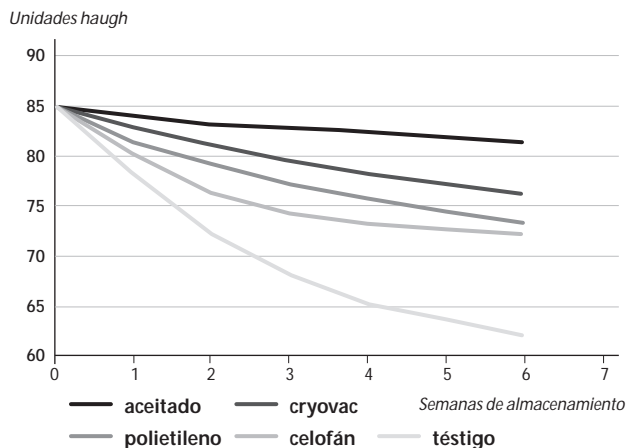
Tratamiento	Unidades Haugh de los huevos				
	Días de almacenaje				
	1	3	9	27	81
Aceitado 1°C	91	92	91	91	81
No aceitado 1°C	92	90	89	83	78
Aceitado 21°C	91	91	87	82	66
No aceitado 21°C	90	84	72	58	43

### 2.3.5 Influencia de un empaquetado hermético

Siguiendo la misma línea si empaquetamos los huevos en envoltorios impermeables al CO2 y al vapor de agua, se acabará creando en el interior una atmósfera con elevadas presiones de vapor de agua y de CO2 y por lo tanto se podrá controlar las pérdidas como ya hemos visto.

Para este empaquetado hermético se debe usar film de plástico que sean lo más impermeable posible al CO2, tal es el caso del Cryovac, Polietileno y/o celofanes.

**Gráfico 14. almacenaje con envases herméticos. Temperatura 10°C, según Davis (1961)**



El problema que se nos presenta es que tendremos problemas con el vapor de agua y la condensación sobre la superficie del envoltorio.

La única posibilidad de eliminar este inconveniente es tener algo en el interior que absorba esta humedad generada.

### 2.3.6 Influencia de la posición en el almacenaje

Se trata de un ensayo sobre posición de los huevos en el cartón. Se almacenaron los huevos durante 3 semanas a 10°C, obteniéndose:

Posición	U.H.
Horizontal	70,6 a
Vertical	73,8 b
Polo grueso arriba	73,4
Polo grueso abajo	73,4

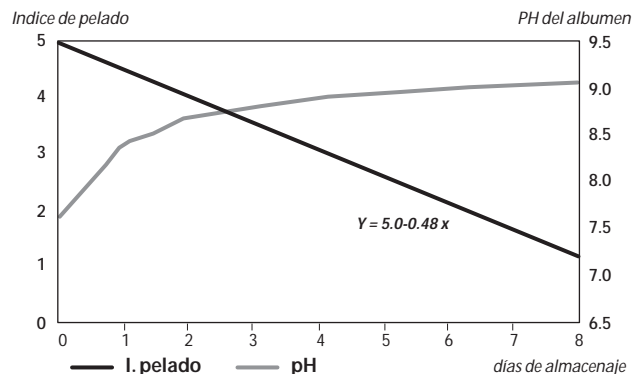
Según M. Cardetti. Poultry Sci. 1979

### 2.3.7 Facilidad de pelado

Es bien sabido que la facilidad con que se quita la cáscara a un huevo duro está relacionada con la duración de su almacenamiento. Según el ensayo de M. Yoshida (1980) y teniendo en cuenta que la escala de pelado es:

- 1 Nada de adherencia
- 2 1/4 de adherencia
- 3 Mitad de la cáscara adherida
- 4 3/4 adheridas
- 5 Totalidad adherida

Gráfico 15. Índice de pelado versus pH del albumen, según M. Yoshida (1980)

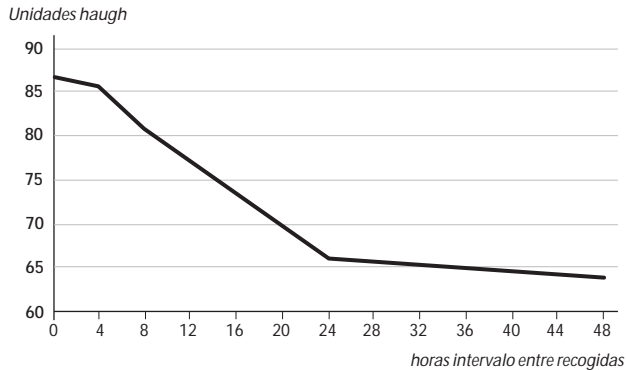


### 2.3.8 Influencia del intervalo de recolección

Los datos que se presentan nos muestran la interacción entre intervalo entre recogidas (número de recogidas al día), días de almacenaje y temperatura, según datos aportados por MacIndoe (1981)

	Unidades Haugh	
	15°C	30°C
<b>Intervalo entre recogidas</b>	<b>3 días de almacenaje</b>	
4 horas	73,9	58,7
8 horas	73,6	56,5
29 horas	61,3	52,2
48 horas	59,5	54,7
	<b>14 días de almacenaje</b>	
4 horas	60,4	24,9
8 horas	58,5	24,9
29 horas	54,1	25,7
48 horas	55,0	25,6
	<b>21 días de almacenaje</b>	
4 horas	55,7	24,1
8 horas	53,9	20,6
29 horas	47,3	25,9
48 horas	52,3	26,4

**Gráfico 16. Intervalo entre dos recogidas de huevos. Temperatura 35°C, según MacIndos (1981)**



### 3 CALIDAD DE LA YEMA

La calidad de la yema se entiende desde dos posiciones: el color y las características físicas de ésta.

El color es posiblemente la característica de calidad más buscada por el consumidor. La coloración de la yema debe ser uniforme y sin manchas visibles. La intensidad del color depende de la exigencia del consumidor y a ese color ha de llegarse a través del pienso. No hablaremos más del tema de pigmentación pues creo que formaría parte de un estudio específico.

#### 3.1 MEDIDAS DE LA CALIDAD DE LA YEMA

La yema, en el transcurso de los días, pierde altura. Este parámetro es el que se relaciona en el INDICE DE LA YEMA. Esta unidad se define como

$$\text{Indice\_yema} = \frac{hj}{d}$$

donde **hj** la altura total de la yema menos la altura de la clara medida para las U.H. y **d** es el diámetro de la yema.

El color de la yema se mide por comparación con cartas de colores, la más popular es la "escala Roche".



La comparación de la escala de color con la yema debe hacerse a una luz constante, siempre la misma, y no modificando tampoco el ángulo de incidencia de la iluminación, pues modifica el color que percibimos.

El muestreo debe ser suficientemente amplio para cubrir la variabilidad propia del método. En la actualidad existen aparatos que por espectrofotometría nos dan igualmente una escala de color.

#### 3.2 INFLUENCIA DEL ALMACENAJE EN LA CALIDAD DE LA YEMA

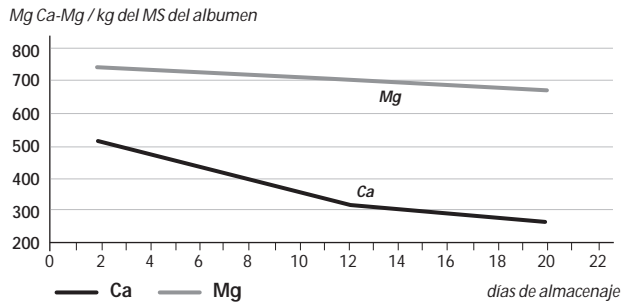
Después de la puesta existe un fuerte gradiente de presión osmótica del albumen hacia la yema, con lo que se establece un constante paso de agua en esa dirección.

Cuando aumenta el pH del albumen durante el almacenaje de los huevos, las propiedades físicas de la capa externa de la membrana vitelina se modifican, aumentando la permeabilidad.

Con esta alteración de la permeabilidad aumenta el intercambio habiéndose comprobado un paso de calcio y magnesio a la yema y un paso de hierro y aminoácidos libres hacia el albumen.

Con la pérdida de magnesio por parte del albumen, se agudiza la transferencia de ovomucina gel a ovomucina soluble, con lo que el pH aumenta y provoca a su vez mayor permeabilidad de la membrana vitelina.

**Gráfico 17. Evolución de cationes en albumen, según B. Sauveur (1971)**

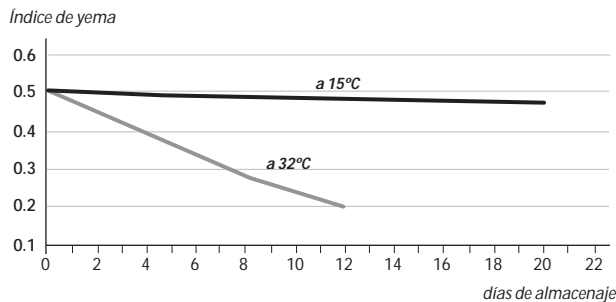


Estos fenómenos de difusión a través de la membrana vitelina dan lugar a:

- Un aplastamiento de la yema.
- Una mayor fragilidad de la membrana vitelina.
- Aparición de manchas en la superficie de la yema, llamado "Mottling" o "Moteado".
- Disminución de la viscosidad de la yema de una forma muy importante.

Todos estos fenómenos pueden ser paliados reduciendo el aumento progresivo del pH del albumen.

**Gráfico 18. Índice de yema versus temperatura, según Bronstein (Unv. Rehovot, 1958)**



Después de la puesta, el Índice de yema es algo más alto para aves jóvenes que para aves viejas y no tiene ninguna relación con el peso del huevo

## 4 OTROS FACTORES DE CALIDAD

### 4.1 MANCHAS EN EL INTERIOR DEL HUEVO

Nos referimos a las denominadas "manchas de sangre" y "manchas de carne", que ninguna de las dos tienen nada que ver con desarrollos embrionarios.

#### 4.1.1 Origen de las "manchas de sangre"

Estas manchas son más frecuentes en la superficie de la yema y su origen son pequeñas hemorragias acaecidas en la ovulación. Su tamaño es muy variado. La basificación del albumen, puede afectar a estas manchas cambiándoles la tonalidad hacia colores más pardos.

#### 4.1.2 Origen de las "manchas de carne"

Estas manchas suelen encontrarse fundamentalmente asociadas a las chalazas o en el albumen denso, su tamaño varía entre 0,5 y 3 mm. de diámetro aproximadamente. Su procedencia, o bien es por mancha de sangre oxidada, o por descamación de tejido glandular de los ovarios o del epitelio del oviducto, siendo este último origen el más frecuente.

En 1998 S.Solomon indica la posibilidad de que sean partículas de calcio que suben por el oviducto.

#### 4.1.3 Factores que afectan a estas manchas

Todos los autores que han estudiado el tema, coinciden en la importancia del origen genético.

Las gallinas White Leghorn, prácticamente no poseen manchas, mientras que las de cáscara marrón poseen manchas entre el 5 y 40 % de los huevos, dependiendo de estirpes.

La frecuencia aumenta con la edad y con stress, bien de tipo ambiental (cambios bruscos de temperatura o de iluminación), de tipo alimenticio (aumentos drásticos de niveles de proteínas) o de tipo toxicológico (insecticidas u otros productos químicos).

% de manchas de sangre o de carne a las 70 semanas de vida				
Estirpe de color	Manchas en clara		Manchas en yema	
	Pequeñas	Grandes	Pequeñas	Grandes
Hy-Line	13,3	11,7	3,3	1,7
Isa	16,7	10,0	1,7	8,3
Hisex	23,3	15,0	1,7	8,3

20ª Prueba de puesta (1979-80) St. Exp. de Ploufragan

#### 4.2 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Nos referimos a las denominadas "manchas de sangre" y "manchas de carne", que ninguna de las dos tienen nada que ver con desarrollos

##### 4.2.1 Insecticidas

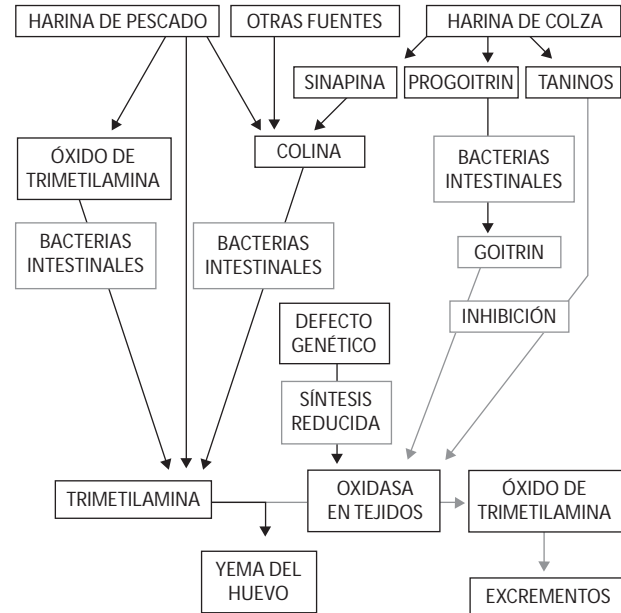
Utilizados contra parásitos de las aves, sobre todo los organoclorados, tipo HCH o lindano.

##### 4.2.2 Alimentación

En este sentido constituyen un cierto problema la utilización o dosis importantes de harina de pescado y/o ciertas harinas de colza.

Este problema es causado por la trimetilamina (TMA), sustancia que da sabor a pescado. Esta TMA, una vez oxidada en el hígado, se transforma en TMA óxido que no da olor. Sin embargo, gran parte

de las aves de huevo de color y muy pocas blancas, no poseen la enzima que permite esta oxidación. Veamos el esquema metabólico indicado por C. Buxade (1987).



Luego podemos decir que incorporaciones de harina de pescado superiores a un 5 % y de aceites de pescado superiores a un 3 %, pueden causar problemas de sabor, así como harinas de colza en dosis del orden del 10 %.

#### Bibliografía

- 1 Barragan, J.I. Manchas de Carne. Trouw 1991.
- 2 Benabdelgelil, K, Jensen S. Effectiveness of Ascorbic Acid and chromium in counteracting the negative effects of dietary vanadium on interior egg Quality. Poul. Sci. 1990.

- 3 Benabdelgelil, K, Nutritional factors Affecting albumen quality. *Zootecnia Int.* 1990.
- 4 Buxadé, Carlos. *La Gallina Ponedora.* Mundi Prensa 2ªed. 2000.
- 5 Buxadé, C. y Colaboradores. *Zootecnia.* Tomo V. *Avicultura Clásica y contemporánea.*
- 6 Cardetti, M.M. Efecto de la posición de almacenamiento del huevo sobre su calidad. *Poul. Sci.* 1979.
- 7 Coutts, J., Wilson G. *Egg Quality, A Practical Approach.* Roche 1990.
- 8 Delpech, P. Criterios que deben tenerse en cuenta para mejorar la calidad de los huevos. *L'Aviculteur* 1980.
- 9 Egg formation and production. Edited by B. Freeman. 8° *Poultry Science Symposium 1971.* 1 Egg Quality: Current problems and recent advances. Ed Wells y Belyavin. Londres 1987.
- 10 *Egg Science and Technology.* Ed W. Stadelman y O. Cotterill. Connecticut 1977.
- 11 González Mateos, G. El albumen del huevo. Factores que influyen sobre la calidad y consistencia. *Veterinaria en Praxis* 1988.
- 12 González Mateos, G. Factores que influyen sobre la calidad externa e interna del huevo. *Cyanamid Ibérica* 1981.
- 13 Jensen, L., Maurice D. An assessment of nutritional factors affecting the condition of egg albumen. *Zootecnia Int.* 1982.
- 14 MacIndoe, R.N. Egg quality, collection and Storage. *Poultry International* 1981.
- 15 Overfield, N. Fisiología de la ovoposición, influencia sobre las anomalías internas y externas del huevo. 1992.
- 16 Ovejero, Ismael. La calidad del huevo para consumo: Factores que la afectan. *II Jornadas Técnicas Avicultura.* Palencia 1995.
- 17 Protais, J., Lahellec, C. Evolution de la qualite de l'œuf de nconsommation au cours du stockage. *Bul. Ploufragan* 1989.
- 18 Protais, J., Bougon, M. Qualité interne de l'œuf après un stockage de 20 jours pratique dans différents conditions. *Bul. Ploufragan* 1986.
- 19 Protais, J. Variación en la calidad interna de los huevos según la temperatura del almacenaje. *Bul. Ploufragan* 1981.
- 20 Ruiz Pérez, Lidio. Huevo. Calidad del huevo fresco, factores que le afectan, defectos y roturas; forma de evitarlo. *Nanta* 1977.
- 21 Santomá Boixeda, G. Influencia de la nutrición sobre la calidad del huevo. 2ª *Calidad interna del huevo.* 1993.
- 22 Sauveur, B. *Reproduction des volaille et production d'œuf.* INRA 1988.
- 23 Silversides, F.G., A Study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. *Poultry Science* 1993.
- 24 Shanawany, M.M. A hemeral light cycle des and egg quality *WPSJ* 1990.
- 25 Tremblais, E. La qualité de l'œuf exigence légitime du consommateur. *Ufac Service Avicole.*
- 26 Yoshida, M. Efecto del almacenamiento de los huevos sobre el sabor de la albúmina y la facilidad de su pelado, una vez hervido. *Japanese Poul. Sci.* 1980.
- 27 Williams, K.C. Some factors affecting albumen quality particular reference to Haugh unit score. *WPSJ* 1992.
- 28 20 eme. *Epreuve de Ponte (1979-1980) Bulletin D'information Station Expérimentale d'Aviculture de Ploufragan* 1980.
- 29 5 eme. *Symposium Européen sur la qualité de l'œuf et des ovoproduits.* Tours 1993.
- 30 VI *European Symposium on the quality of eggs and products.* Zaragoza 1995.







# 5

## **Contaminación y microbiología del huevo**

D. Félix Martín Moro

# 5

## Contaminación y microbiología del huevo

D. Félix Martín Moro

Veterinario

### 1 INTRODUCCIÓN

Desde finales de la 2ª Guerra Mundial hasta nuestros días se han sucedido una serie de cambios en el mundo de la agricultura de los que el sector avícola de puesta no ha podido sustraerse.

Las técnicas de alimentación, manejo y producción han experimentado un fuerte empuje auspiciadas por la mejora genética y de alimentación de las aves ponedoras. Todo ello ha conducido a producir un mayor número de docenas con mejores índices de transformación de los piensos.

En este orden de cosas el número de aves alojadas por gran-

ja se ha incrementado y por ello se han tenido que introducir mejoras en los sistemas de alojamiento, ventilación, alimentación, manejo y eliminación de excretas y de cadáveres.

De forma pareja también han surgido movimientos que abogan por sistemas de explotación menos intensivos y más "naturales" basados en un supuesto bienestar del animal. Así Hurnik y Lewis (1991) propusieron un espacio disponible para cada ave equivalente al 50% de la superficie corporal de ésta.

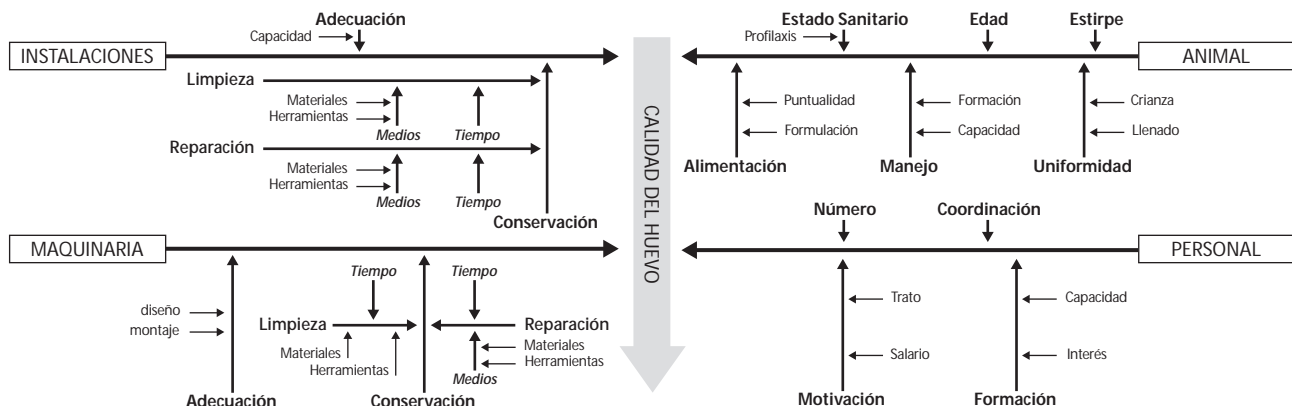
Todos estos hechos han dejado su impronta en las diversas facetas de que consta la calidad del huevo.

### 2 FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL HUEVO

La calidad en el sentido amplio de la palabra es la medida en que un determinado producto o servicio es capaz de satisfacer una serie de necesidades en el destinatario del mismo, también llamado cliente.

En el caso del huevo de cáscara, grosso modo, su calidad es función de una serie de factores intrínsecos (cáscara, albumen) y extrínsecos (suma de unas determinadas condiciones de producción y de manipulación).

Gráfico 1. Dpto. de Calidad de Valin S.A. T.2567



Los huevos son un producto perecedero, por tanto, el cuidado dispensado desde el momento de la puesta hasta el instante de su consumo es de una importancia crucial. A lo largo de ese tiempo se suceden ciertos cambios de tipo físico y de tipo químico que inciden directamente en lo que llamaremos mermas de calidad. Tales mermas de calidad se ven influidas de modo directo por la temperatura a la que permanezca el huevo.

### 3 ESTRUCTURAS DEL HUEVO

Anteriormente se apuntó que la calidad del huevo dependía de una serie de factores relacionados con su estructura. A ese respecto conviene recordar que el huevo ha sido concebido para perpetuar la especie y no para ser consumido por los depredadores de esta. Así, tanto en estructura como en composición, el huevo está constituido para dar protección y alimento al embrión en el entorno del nido, para lo cual cuenta con determinadas "barreras" de tipo físico y químico que impedirán que los microorganismos se aprovechen de los nutrientes en él contenidos y comprometan así el desarrollo del embrión.

En la formación de los diferentes componentes del huevo se suceden diferentes etapas de cronología diversa según el componente:

1. **Yema.** Supone de un 30 a un 33% de la composición del huevo y está constituida por múltiples capas de vitelo blanco y amarillo, un disco germinal, membrana vitelina y látebra Pasa por 3 etapas separas en el tiempo:
  - Periodo embrionario.
  - Periodo juvenil. Dura hasta la madurez sexual.
  - Periodo fértil. Fase rápida que tiene lugar 10 días antes de la ovulación.
2. **Clara.** Se forma aproximadamente a lo largo de 8 horas y supone alrededor de un 60% del total del peso del huevo.

Se compone de 4 capas que forman el llamado "saco albuminoideo", cuya cuantía depende de la estirpe y edad del ave y de la edad del propio huevo.

- Capa fina interior fluida.
- Capa intermedia densa.
- Capa gruesa fluida.
- Capa fina exterior densa.

3. **Membranas interna y externa.** Constituyen la primera y más eficaz línea defensiva del huevo. La membrana interna es más fina (20 mm) que la externa (50 mm) (Sauveur, 1991).
4. **Cáscara.** Supone de un 9 a un 12% del peso del huevo y se compone de carbonato cálcico (94%), carbonato magnésico (1%), fosfato cálcico (1%) y materia orgánica (4% de proteína). El pigmento de la cáscara está compuesto por ovoporfirinas. Su superficie está sembrada de poros (cerca de 17.000) que facilitan el intercambio gaseoso, si bien están sellados por una capa gruesa de queratina (cutícula) que permiten la liberación de CO<sub>2</sub> y de vapor de agua y la entrada de O<sub>2</sub>. Bajo ciertas circunstancias, a través de estos poros se produce el acceso de bacterias hasta las membranas.
3. **Cámara de aire.** No forma parte del huevo y se forma por contracción del saco albuminoideo que fuerza la separación de las membranas. Este espacio aumenta en virtud de las pérdidas de CO<sub>2</sub> y de vapor de agua (Romanoff y Romanoff, 1949).

### 4 CONTAMINACIÓN DEL HUEVO

En el sentido amplio de la palabra podemos definir el término contaminación como la presencia extraña de un elemento vivo o inerte en otro y que modifica las cualidades de este último.

Desde el punto de vista de la calidad esta modificación puede ser positiva cuando mejora las propiedades nutritivas o funcionales del producto (microflora de los alimentos fermentados) o negativo (residuos de insecticidas, medicamentos, microorganismos y/o sus toxinas, metales pesados y otros compuestos químicos).

¿Cuál es el origen de la contaminación? Según la naturaleza de los agentes que afectan al huevo podemos establecer tres tipos de contaminación:

### 1. Contaminación de origen químico

No detectable a simple vista, se localiza en el interior de huevo unida químicamente a sus componentes (clara o yema).

Su origen puede ser:

#### 1.1. Alimentario:

1.1.1. *Residuos de insecticidas de uso agrícola.*

1.1.2. *Residuos de metales pesados.*

#### 1.2. Yatrogénico:

1.2.1. *Medicamento de uso veterinario.*

1.2.2. *Insecticidas de uso ganadero.*

#### 1.3. De manejo.

*Debido al almacenamiento inadecuado de los huevos junto con sustancias odoríferas (pinturas, ajos, cebollas, carne, queso, etc.), estos adquieren olores extraños.*

### 2. Contaminación de origen físico (suciedad)

2.1. *Restos de heces y/o de orina.*

2.2. *Manchas de sangre.*

2.3. *Cadáveres de moscas y/o de ácaros.*

2.4. *Heces de moscas.*

2.5. *Plumas.*

2.6. *Polvo de cintas.*

2.7. *Aceite de maquinaria.*

2.8. *Pintura.*

### 3. Contaminación de origen microbiológico bacterias y hongos.

*Su origen es diverso, siendo por orden de incidencia:*

#### 3.1. La gallina:

3.1.1. *Ovario (transmisión vertical).*

3.1.2. *Cloaca (transmisión horizontal).*

#### 3.2. Superficies de contacto:

3.2.1. *Habitáculo (batería, nidal).*

3.2.2. *Cintas de saca.*

3.2.3. *Manipuladores.*

3.2.4. *Envases y embalajes.*

#### 3.3. Aire del almacén.

Las consecuencias de la contaminación del huevo por estos agentes son:

- De tipo funcional: inadecuación al uso (podredumbre, incapacidad para formar emulsiones, pérdida del valor nutritivo, etc.).
- De tipo sanitario: intoxicaciones.

## 5 CONTAMINACIÓN QUÍMICA DEL HUEVO

La presencia de residuos en los alimentos afecta a corto, medio o largo plazo a la salud de los consumidores.

El estudio de este fenómeno no es nuevo y han sido varios los investigadores que se han ocupado de ello a lo largo de las últimas décadas, una labor costosa en tiempo y en dinero.

Podemos considerar al huevo como un sistema multicompartmental en el que los compuesto químicos hidrofílicos tenderán a depositarse en la clara y los lipofílicos en la yema, aunque en este caso los principios de la Farmacocinética no son aplicables del mismo modo al que se hace en los tejidos animales.

Los residuos de productos químicos solo se transfieren a la yema en formación en la fase previa a la ovulación. Esto expli-

ca el por qué sustancias de "vida media" (T1/2) muy corta son capaces de mantenerse invariables en el huevo ya puesto.

Es conveniente recordar que la yema se forma (vitelogené-sis) en tres fases:

1. **Fase inicial de crecimiento lento.** El diámetro inicial en el momento de nacer es de apenas 0,01-0,02 mm. a las 6 semanas alcanza los 0,04-0,08 por acúmulo de capas concéntricas de lípidos (vitelo amarillo) y a los 4 o 5 meses alcanza un tamaño final de 1 mm.
2. **Fase intermedia.** De 1 mm pasa a 4 mm en 60 días por acúmulo de capas de proteínas (vitelo blanco).
3. **Gran fase de crecimiento o de crecimiento rápido.** Sucede entre 8 y 10 días antes de la ovulación y tiene lugar el acúmulos de múltiples capas concéntricas de lípidos y proteínas. Al mismo tiempo tiene lugar la migración del oocito hacia la corteza del folículo con formación de la látebra.

Así se forman colecciones (series foliculares) de 8 folículos con desfase de 1 día en fase de gran crecimiento (jerarquía folicular).

En definitiva, a lo largo de la vida del animal siempre habrá un buen número de pequeñas yemas en formación. Como el ritmo de dicho crecimiento es bastante constante se puede establecer un patrón de deposición de residuos en las yemas durante la fase de gran crecimiento. La ovulación se produce 35-45 minutos antes de la oviposición precedente.

### 5.1 ¿CÓMO SE COMPORTAN LOS RESIDUOS EN EL HUEVO?

En experimentos realizados mediante administración controlada de sustancias de naturaleza y farmacocinética distintas 1 hora antes de la puesta con posterior sacrificio y extracción

de los ovarios, se hallaron residuos en distinta proporción tanto en las yemas de pequeño como en las de gran tamaño (Donoghue et al. 1996, 1997). Esto demuestra que la captación de residuos por el ovario se producía de manera temprana.

Sin embargo quedaba por saber si tales residuos se repartían de manera uniforme en la yema o si se disponían siguiendo un modelo. Una imagen obtenida por resonancia magnético-nuclear (MRI) presentaba la yema estructurada en un conjunto de esferas concéntricas, compuesta por capas más o menos ricas de lípidos o en proteínas (Grau, 1976; Hutchinson et al., 1992), tal y como habían observado Warren y Conrad en 1939, quienes compararon el desarrollo de la yema con el crecimiento del tronco de un árbol.

Así, la cantidad de residuos depositados durante el crecimiento de la yema era proporcional a la cantidad de yema depositada cada día (Donoghue et al. 1996). Por tanto, es de esperar que en las yemas más grandes (últimos momentos de crecimiento) los residuos se localicen en las capas externas, al contrario que en las yemas tempranas, que los tendrán en las capas internas.

Mediante el empleo de un marcador magnético (magnevist) se comprobó que en las imágenes radiográficas la incorporación de residuos químicos a la yema seguía un patrón en anillos concéntricos (Donoghue y Myers, 2000) que estaba relacionada en el tiempo con el momento de administración del compuesto. Así, el huevo puesto a continuación de la administración del compuesto presentará residuos en sus capas externas, al contrario que el puesto más tardíamente que las presentará en las internas.

Visto esto se puede concluir con que las yemas incorporan y secuestran los residuos durante los días e incluso semanas precedentes a la ovulación (Donoghue et al., 1996, 1997<sup>a</sup> y 1997<sup>b</sup>). Así pues, la cantidad de residuos presentes en el huevo puesto 5 días después de la administración de un compuesto llega a ser el triple de la que poseía otro huevo de la misma serie foli-

cular que fue puesto al día siguiente de la administración. Esto se comprobó con la administración de ampicilina, cuya vida media es muy corta y no persiste más de 24 horas tras su aplicación. Sin embargo, los huevos obtenidos 7 días después de dicha administración presentaban residuos detectables.

Por tanto, aunque la persistencia del fármaco en sangre y otros tejidos sea corta (breves periodos de supresión) los huevos obtenidos presentarán residuos detectables durante días hasta semanas en virtud de este fenómeno de "captura+secuestro".

De estos estudios se han obtenido modelos predictivos válidos para compuestos de estabilidad tisular conocida y vida media corta como son la mayoría de los medicamentos de uso veterinario. Sin embargo, compuestos químicos como los pesticidas que poseen una vida media larga y su farmacocinética no es del todo conocida permanecen largo tiempo en el plasma, por lo que se hallan en la situación de contaminar un gran número de yemas tras haber sido administrados al ave. En el caso de los insecticidas organoclorados (OC), tras cierto tiempo después de su administración al animal se alcanza un equilibrio entre absorción, deposición, metabolismo y excreción. De este modo la acumulación de residuos en el tejido adiposo se estabiliza (Kan, 1978). Esto permite calcular la relación entre los niveles encontrados en piensos y los hallados en los tejidos.

En el caso de los metales pesados, donde la acumulación de residuos depende del tiempo y del nivel de exposición, las relaciones son más complicadas (Nezel, 1979).

Otras sustancias como los radionúclidos, micotoxinas o sus derivados toxico-cinéticos son más difíciles de rastrear y sólo se puede determinar su presencia o ausencia. En el caso de las micotoxinas evitar su presencia es tarea difícil.

El empleo de fármacos en avicultura se halla regulado a nivel comunitario por la Directiva 96/23 de la Unión Europea sobre control de sustancias nocivas en huevos. En ella se incluye aquellas sustancias (productos prohibidos, antibacterianos, anticoccidílicos y compuestos organoclorados) cuyo control el lógico y

necesario. Las tres primeras categorías se investigan en huevos, mientras que la tercera se hace en pienso.

Esta directiva establece, por una parte una disminución drástica en la lista de los productos autorizados y por otra que el objeto control de los análisis lo constituyen los huevos, no lo ovoproductos (D 89/437). Así se establece un severo control sobre fármacos veterinarios de uso prohibido (cloranfenicol), sustancias antibacterianas (incluidos carbamatos y olaquinox), anticoccidílicos, insecticidas organoclorados y policlorobifenilos (PCB). Los metales pesados no se contemplan por constituir un riesgo escaso (Kan, 1991; Tahvonen y Kumpalainen, 1995).

Los fármacos autorizados que habitualmente se emplean en avicultura para combatir infecciones del tracto gastrointestinal o del aparato respiratorio están sujetos a límites máximos de residuos (LMR) y periodos de retirada.

La presencia indeseable de otros fármacos (doxicilina y/o sulfadiazina en albumen) se resuelve mediante la implantación en la fábricas de pienso de un adecuado programa de mezclas.

Los residuos en yema de OC y PCB, lipofílicos y poco metabolizables, tienen su principal origen en las materias primas de origen vegetal tratadas que a través de su inclusión en pienso pasan a las aves y de estas a sus productos (crisis de las dioxinas de 1999).

## 6 CONTAMINACIÓN FÍSICA

En el momento de la puesta el huevo sale a través de la cloaca del ave recubierto de una fina capa de mucosidad. El esfuerzo realizado por el animal para la expulsión del huevo hace que en algunas ocasiones, sobre todo en aves de edad avanzada, se produzcan pequeñas emisiones de material fecal más o menos líquido que recubren la cáscara en mayor o menor grado. Así podemos hallar manchas de color variable, desde ocre a verdoso pasando por el blanco. Otras veces el huevo se sitúa de tal manera sobre la malla de la batería que es incapaz de rodar hasta la



cinta de saca, por lo que corre mayor riesgo de ser pisoteado, picado o recibir el impacto de las heces, que generan los conocidos "pegotes de gallinaza".

Cuando el tamaño del huevo es demasiado grande el esfuerzo de la oviposición puede generar la aparición de hemorragias en el esfínter cloacal, de modo que tales huevos adquieren manchas de sangre más o menos extendidas.

En el entorno de la granja se observa con frecuencia la presencia de insectos como consecuencia de ciertas carencias en el estado higiénico de las naves. Los restos de huevos, pienso y heces son un excelente alimento para las moscas, principalmente la mosca doméstica y la "mosquilla" de granja. El ciclo biológico de estos insectos pasa por la puesta de huevos sobre la materia orgánica en descomposición de las que las larvas y formas juveniles evolucionan a adultos en periodos más o menos breves, de modo que al cabo del año y principalmente en épocas de calor se suceden varias generaciones de moscas en una misma nave. El problema que generan tanto unas como otras es crear un estado de inquietud en los animales y, concretamente, en el caso de la mosca doméstica la aparición de punteados de heces en la superficie del huevo, sobre todo si éste lleva adheridos restos de alimento. Este fenómeno resulta especialmente llamativo en el huevo blanco. La mosca más pequeña puede llegar a morir aplastada por un huevo que rueda y su cadáver quedar adherido a la superficie de éste.

Otro insecto habitante de las granjas con escaso nivel de higiene es el ácaro rojo de la gallina, vulgarmente conocido como "piojillo". La ecología de este parásito lo convierte en un correoso enemigo difícil de combatir que habita en el interior de grietas y oquedades de las que tan sólo sale amparándose en la oscuridad para hurtar la sangre de sus víctimas. Su presencia, aparte de generar inquietud y decaimiento de los animales genera una importante cantidad de huevos con franjas o cinturones de cadáveres de ácaros aplastados por el huevo que rueda en la cinta de saca. En el caso de los huevos rojos se puede con-

fundir con moteados de la cáscara, pero una observación más detallada nos presenta los diminutos cuerpos despachurrados contra la cáscara.

Cuando el grado de limpieza de las cintas de saca de los huevos no goza del nivel deseable, en ellas se acumulan plumones, restos de pienso y polvo, que se adhieren a la superficie cálida y húmeda del huevo recién puesto. En el caso del huevo blanco, el polvo adherido a la superficie de la cinta deja impresa una particular marca que reproduce el dibujo del tejido con que está hecha, que se conoce como "manchas de cinta".

Si las cintas de saca y/o la maquinaria presenta defectos en su diseño, aparecen zonas donde se produce la fricción entre los elementos mecánico y el huevo, lo que ocasiona la aparición de pequeñas marcas de pintura o de aceite si se tratase de un elemento engrasado.

En cualesquiera de los casos, estos huevos no son aptos para el consumo en fresco y deben ser apartados como huevos de categorías B (huevos de segunda calidad) y C (destinados a la industria) (Reglamento CEE N° 1907/90 del Consejo de 26 de junio de 1990 y Reglamento CEE N° 1274/91 de la Comisión de 15 de mayo de 1991 que lo desarrolla).

El estándar U.S.A. para la calidad de huevos con cáscara establece como de categoría B aquellos huevos con la cáscara íntegra, que puede presentar deformaciones y ligeras manchas que si están localizadas no deben sobrepasar el 3,1% de la superficie del huevo (0,75 cm<sup>2</sup>) y si están dispersas el 6,3% (1,13 cm<sup>2</sup>).

## 7 CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL HUEVO.

El huevo es una estructura destinada a permitir el desarrollo del embrión en un ambiente estéril bajo unas determinadas condiciones de incubación. Los poros de la cáscara, que juegan un papel vital en el intercambio gaseoso entre el embrión en desarrollo y el medio ambiente, actúan de modo negativo sobre la capacidad de conservación del huevo facilitando la pérdida de

agua, CO<sub>2</sub> y permitiendo el acceso de microorganismos desde el exterior de la cáscara.

Aparte de la cáscara, en la protección del embrión desempeñan un papel muy importante las membranas testáceas y la clara (defensa física y química).

Antes de la oviposición se admite que el huevo es "prácticamente" estéril, aunque esto solamente es cierto para las bacterias responsables de la putrefacción. En el caso de otros microorganismos (*Salmonella enteritidis*) la transmisión vertical juega un papel nada desdeñable.

Por tanto, se puede hablar de 3 vías de contaminación del huevo (Daguid y North, 1991)

### 1. Transovárica

La yema se contamina con los microorganismos en el momento de ser aspirada por el infundíbulo.

### 2. Oviductal

La membrana vitelina y/o el albumen se contaminan en su tránsito a través del oviducto.

### 3. Transcáscara

Ciertas circunstancias permiten la migración de las bacterias desde el exterior de la cáscara hacia el interior del huevo.

De todas ellas, la vía oviductal es la que juega un papel más relevante en la transmisión de *S. enteritidis*. La incidencia de esta vía de infección del huevo ha sido evaluada de manera diferente por los distintos autores. Así, Baxter y Jones (1991) la asignan un valor de incidencia del 1 al 2 por mil en los huevos de pavo. Humphrey et al. (1991) le otorga un valor del 0,5%, Vugia et al. (1993) del 8,5 al 6,7%.

En el caso de las bacterias alterantes (saprófitas) cabe una pequeña posibilidad de que el ovario se halle contaminado por estos gérmenes como consecuencia de infecciones ascendentes (Harry, 1963).

Por tanto, se admite que en torno al 90% de los huevos son estériles en el momento de la puesta (Brooks y Taylor, 1955).

En este momento de la puesta, la cáscara recibe una primera oleada de microorganismos en su paso a través de la cloaca. Desde entonces hasta el momento de ser consumido la superficie del huevo recibe gérmenes de cuantas superficies entra en contacto.

Diversos estudios revelan una amplia variación en cuanto a la cantidad de microorganismos presentes en la superficie de la cáscara, pudiendo variar desde algunos cientos hasta decenas de millones, siendo del orden de 10<sup>5</sup> cfc por cáscara una cifra media aceptable.

Como la contaminación de la cáscara se produce por contacto con las distintas superficies: nidales, baterías, cintas de saca, manos de operarios, embalajes, etc., la flora presente será muy heterogénea. De este modo se han llegado a identificar hasta 16 géneros de bacterias y del conocimiento de sus hábitats se puede establecer que, en orden de importancia, las principales fuentes de contaminación son: el polvo, el suelo y las heces.

Pudiera haber otros géneros diferentes a los reflejados en la tabla 5-1, pero no se han podido recuperar en los medios de cultivo habituales.

Los datos disponibles revelan que la flora Gram-positiva prevalece en la superficie del huevo, posiblemente debido a su mayor tolerancia ante condiciones de escasa humedad. Sin embargo, la flora Gram-negativa es la que predomina en los huevos podridos.

Estos huevos contienen normalmente una mezcla de distintos géneros de bacterias Gram-negativas y muy pocas Gram-positivas. Las Gram-negativas más frecuentemente encontradas son: *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Cloaca*, *Hafnia*, *Citrobacter*, *Proteus* y *Aeromonas*.

La flora alterante del huevo se caracteriza por:

- Ser Gram-negativa.
- Ser nutricionalmente poco exigentes.
- Tener capacidad para multiplicarse a bajas temperaturas (psicrótrofa).

Estas características también son comunes a ciertos microorganismos que ocasionan alteraciones en el huevo y que difieren de la putrefacción en su incapacidad para digerir proteínas, formar H<sub>2</sub>S, degradar la lecitina o producir pigmentación.

Menor importancia poseen los mohos. Bajo condiciones de almacenamiento en ambientes húmedos se puede desarrollar micelios a modo de pelusilla. Las hifas penetran a través de los poros y forman placas coloreadas en las membranas testáceas, que en el caso de cáscaras fisuradas adquieren un típico aspecto de almohadillas que pueden llegar a colonizar la yema.

### 7.1 ¿CÓMO SE DEFIENDE EL HUEVO DE LOS ATAQUES MICROBIANOS?

Los distintos componentes del huevo aparte de ofrecer protección mecánica al embrión le proporcionan sustento durante el tiempo que dura la incubación. Para evitar el expolio de nutrientes por parte de los microorganismos el huevo cuenta con un sistema de barreras físicas (cáscara, membranas testáceas y saco albuminoso) y químicas (membranas testáceas y albumen).

Este sistema compartimental se estructura se estructura a modo de caja china:

**La cáscara.** Compuesta por sales de carbonato cálcico, fosfato cálcico y proteínas ha sido concebida para permitir respirar al embrión y para darle la justa protección mecánica en el nido y no más. Cuando los genetistas seleccionaron las aves para aumentar su fecundidad y producir mayor número de huevos, el resultado es que éstos tal vez no sean los mejor adaptados en cuanto a resistencia de cáscara para soportar los "rigores" de su comercialización.

**La cutícula** del huevo es una estructura vesicular amorfa de naturaleza proteica (queratina) que actúa a modo de tapón sellante de los poros de la cáscara y que a los pocos minutos de puesto el huevo comienza a perderse (Sparks y Board, 1985).

Cuando la cutícula está seca se comporta como una excelente barrera frente a la pérdida de humedad del huevo y frente a la entrada de microorganismos.

En cuanto a la cantidad de poros (cerca de 17.000), las cáscaras se han ido seleccionando para permitir un intercambio óptimo de CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>. Para evitar la asfixia del embrión por oclusión de los poros con el agua atmosférica, el canal del poro posee capacidad hidrofuga, lo que además contribuye a que las bacterias no encuentren un medio continuo para penetrar. A esto se suma el que la cutícula a través de su poder impermeabilizante impide el acceso de los microorganismos.

Cuando un huevo caliente se sumerge en agua fría se genera un gradiente de presión hacia el interior del huevo que favorece a la entrada de agua y con ello de los microorganismos presentes en la superficie de la cáscara.

**Las membranas testáceas.** Su papel no es del todo conocido. Cada membrana se compone de un entramado de fibras que actúan a modo de filtro.

Estas fibras se componen de un núcleo proteico (desmosina o isodesmosina) revestido de una cubierta de glucoproteínas. Estas cubiertas se anastomosan entre sí formando una tupida red.

De ambas membranas la que mayor resistencia ofrece al paso de los microorganismos es la interna, posiblemente debido a que se halle recubierta por una fina membrana limitante.

A pesar de todo, ambas estructuras: cáscara y membrana, no son totalmente infranqueables como demuestra la experiencia, dado que ciertos microorganismos son capaces de digerir estas proteínas. Por ello, su papel real sería el de "dificultar" el paso de los microorganismos al interior.

Además, se ha observado que las membranas testáceas también poseen capacidad hidrofóbica. Esto reduce la disponibilidad de agua por parte de los microorganismos y así se crea un ambiente poco favorable para su multiplicación.

**Saco albuminoideo.** El albumen o clara actúa mediante dos barreras frente al ataque microbiano:

1) **Barrera física.** A través de dos mecanismos:

- Viscosidad de sus proteínas que dificulta el movimiento de las bacterias.
- Manteniendo la distancia entre cáscara y yema (objeto del ataque).

La banda gruesa de clara crea un amplio espacio de fibras elásticas entrelazadas con otras rígidas dispuestas a modo de malla tridimensional. Esta estructura es el resultado de la interacción de dos proteínas del albumen: la lisozima C y la ovomucina (a y b) (Brooks y Hale, 1959; Robinson y Monsey, 1975).

2) **Barrera química:** la clara cuenta con proteínas capaces de impedir la multiplicación de los microorganismos invasores mediante diferentes mecanismos de acción (tabla):

- Acción tóxica directa. Recae sobre la proteasa lisozima (¿?).
- Acción bloqueante de cationes, proteínas y vitaminas. Avidina (antibiotina), conalbúmina ( $Fe^{2+}$  y ovoflavoproteína).
- pH alcalino (9,5).
- Acción antiproteásica. Ovomucoides (antitripsina),

Aunque el poder antimicrobiano de la lisozima C ha sido demostrado in vitro, no existen evidencias de su actuación en el interior del conjunto del huevo, en el que desempeña un papel puramente mecánico junto con la ovomucina en la estructuración en gel del albumen denso. En otras especies de aves (pato, ganso) sí se ha demostrado su acción antibacteriana (Board, 1965).

La conalbúmina u ovotransferrina desempeña una importan-

te labor antimicrobiana que actúa bloqueando el hierro que precisan los microorganismos para su multiplicación. Esta acción la lleva a cabo por encima de 35 °C. Se piensa que su mecanismo de acción es inducir a los microorganismos a producir sustancias quelantes (pioverdina en el caso de Pseudomonas) que inutilizan el hierro presente en el albumen. También juega un importante papel en la inhibición del crecimiento de células vegetativas procedentes de esporos, especialmente en condiciones alcalinas (Tranter y Board, 1982).

Así pues, estos mecanismos defensivos actúan a pleno rendimiento bajo las condiciones de máxima alcalinidad (9,5) y temperatura próxima a la de incubación.

## 7.2 ¿CÓMO SE PRODUCE LA ALTERACIÓN MICROBIANA DEL HUEVO?

Este fenómeno debe abordarse desde la óptica de la ecología microbiana. Así podemos distinguir los siguientes factores:

1. Carga microbiana: número y tipo de microorganismos presentes en la cáscara.
2. Factores extrínsecos al huevo: Dependen de las condiciones de almacenamiento y/o manipulación y son:
  - 2.1. *Composición gaseosa de la atmósfera.*
  - 2.2. *Humedad relativa del aire.*
  - 2.3. *Temperatura ambiental.*
3. Factores intrínsecos al huevo (Fundamentalmente vinculados a su estructura y composición):
  - 3.1. *pH (alcalino).*
  - 3.2. *Eh (potencial redox).*
  - 3.3. *Actividad de agua (aw).*
  - 3.4. *Nutrientes.*
  - 3.5. *Barreras físicas y químicas (inhibidores y factores anti-nutritivos).*

Como anteriormente hemos anticipado, tras la oviposición los microorganismos procedentes de diversas fuentes de contaminación (el ave, sus heces, cintas, polvo, etc.) acceden a la superficie del huevo. Por tanto, la magnitud de dicha contaminación dependerá directamente del grado de higiene presente en todas las etapas del proceso de obtención, clasificación y distribución del producto.

En condiciones normales tan solo una pequeña fracción de esta flora es capaz de multiplicarse bajo unas condiciones de escasez de nutrientes y baja actividad de agua (cáscara limpia y seca), de hecho, a no ser que se hallen "arropados" por materia orgánica (restos de huevo, materia fecal, etc.) la mayoría de estos microorganismos morirán por deshidratación.

Las condiciones de almacenamiento donde la humedad relativa es elevada favorecen la multiplicación de los hongos, cuyas hifas penetran a través de los poros extendiéndose por membranas testáceas y albumen. Cuando la humedad relativa del aire alcanza valores superiores al 98% (aire saturado de humedad) la superficie de la cutícula es colonizada por especies de *Pseudomonas* (Board y Loseby y Miles, 1979) que la hidrolizan dejando franqueado el canal del poro de la cáscara.

Cuando el huevo se sumerge en agua fría, las bacterias que se localizaban en la superficie penetran junto con esta a través de los poros y fisuras en virtud de fuerzas capilares y de succión: el albumen se contrae al perder calor y hace que aumente el volumen de la cámara de aire, que aspira cuanto hay en la superficie de cáscara inmediata a ella. Esto mismo sucede cuando un huevo a temperatura ambiente o superior es introducido en un ambiente muy frío (enfriamiento acelerado). El grado de penetración aumenta si se raspa la cutícula (limpieza en seco).

Un fenómeno que merece especial atención es el del almacenamiento interrumpido de huevo fresco en cámaras frigoríficas en épocas estivales. Esta es una práctica que viene provocada por una sobreproducción de huevos en épocas veranie-

gas y en las que concurre un descenso en las ventas. En esta situación ciertos avicultores carentes de estructura logística de mercado se ven forzados a almacenar grandes cantidades de huevos (por lo general de cáscara más frágil y albumen menos denso) en cámaras durante varias semanas. Para disminuir la pérdida de frescura hacen descender hasta niveles muy bajos la temperatura de almacenamiento. Cuando por necesidades de venta se saca una parte de estos huevos la diferencia de temperaturas es tal que el agua atmosférica alcanza su punto de rocío y se deposita a modo de película de agua sobre la superficie de los huevos. Cualquier resto de suciedad (heces, yema o clara) rehumedecida sirve de alimento a una flora alestargada y que ha sobrevivido al frío y que se multiplica abundantemente en las nuevas condiciones de humedad y temperatura. Si parte de estos huevos se devuelve a la cámara se produce el fenómeno de aspiración antes citado y las bacterias, en su mayoría psicrótrofas invaden con facilidad el interior del huevo causando fenómenos líticos que se traducen en claras verdosas o rosadas, malolientes, yemas putrefactas de color parduzco, negro, etc.

La flora presente en las membranas de la cáscara es variada. En principio predominan las bacterias Gram-positivas, que son sustituidas por otras mejor adaptadas (Gram-negativas) en función de sus menores requerimientos nutricionales, movilidad y mayor velocidad de multiplicación.

En las condiciones habituales de almacenamiento a temperatura ambiente existe una fase de latencia de 10 a 20 días tras la que se producen fenómenos de penetración e incremento de microorganismos en el albumen, al tiempo que se observan cambios en la clara y en la yema (putrefacción). En el caso de *Salmonella enteritidis* tan sólo se produce una ligera turbidez en la clara que puede pasar desapercibida, con el peligro subsiguiente de intoxicación.

También se ha visto que los focos de contaminación del albumen (cerca de la cáscara) aumentan de tamaño cuando se pro-

duce el contacto entre éstos y la superficie de la yema (rica en nutrientes). Esto sucede con los huevos refrigerados rápidamente, en los huevos envejecidos o en los huevos descolocados en los alvéolos del envase (echados o con la punta hacia arriba) donde existe desplazamiento de la yema que llega a contactar con el foco de contaminación de la clara o con la membrana testácea interna.

Recientemente se ha descubierto que en el fenómeno de invasión del huevo, en ciertas bacterias (*Pseudomona tupida* y *Salmonella enteritidis*) juega un importante papel la existencia de fenómenos quimiotácticos (no bien conocidos) hacia la superficie de la yema.

En resumen, el huevo cuenta con una amplia gama de microorganismos en su superficie cuyo origen es variado. En principio, la flora predominante es Gram-positiva, en virtud de su resistencia a la desecación y escasos requerimientos nutritivos. Más tarde esta es sustituida por la flora Gram-negativa, que podemos diferenciar en (Board, 1969):

- **Flora dominante.** Es la causante de la putrefacción y coloración del huevo alterado. Está formada por los géneros *Pseudomona*, *Alcaligenes* y *Flavobacterium*.
- **Flora asociada.** También es abundante pero no causa cambios espectaculares.
- **Flora ocasional.** En escaso número, se compone por bacterias Gram-positivas.

Los microorganismos patógenos se circunscriben a:

1. **Salmonella spp.**, que emplea con frecuencia la transmisión transcárida (procedente de heces) y en menor grado la transmisión transovárica.
2. **Staphylococcus spp.** Coagulasa + y DNA-asa +.
3. **Listeria monocytogenes.** No se ha considerado en huevo fresco pero pudiera llegar a ser un problema en ovoproducto recontaminado.

---

## Bibliografía

- 1 Ajenjo-Cecilia (1979). Enciclopedia de la inspección veterinaria de los alimentos. Espasa-Calpe, S.A.
- 2 Donoghue (1999). Physiological mechanisms regulating residue transfer into eggs: development of predictive models for veterinary drugs and pesticides. XXI World's Poultry Congress.
- 3 Eley (1992). Intoxicaciones alimentarias de etiología microbiana. Acribia, S.A.
- 4 ICMSF (1980). Ecología microbiana de los alimentos 2: Productos alimenticios. Acribia S.A..
- 5 Pascual-Anderson (1992): Microbiología Alimentaria. Metodología analítica para alimentos y bebidas. Díaz de Santos S.A.
- 6 Reglamento (CEE) N° 1274/91 de la Comisión de 15 de mayo de 1991 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) N° 1907/90 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos. D.O.C.E. N° L246 de 13 de octubre de 1995.
- 7 Reglamento (CEE) N° 1907/90 del Consejo de 26 de junio de 1990 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos. D.O.C.E. N° L330 de 21 de diciembre de 1994.
- 8 Sauveur (1991). El huevo para el consumo: Bases productivas. Mundiprensa-Aedos-INRA.
- 9 Stadelman & Cotterill (1994). Egg Science and Technology. 4th edition. Food Products Press.
- 10 Thapon et Bourgeois (1994). L'Oeuf et les ovoproducts. Technique et Documentation Lavoisier.







# 6

## **Microbiología del huevo: salmonella**

Dr. Guillermo Suárez Fernández

## 6

**Microbiología del huevo y salmonella**

Guillermo Suárez Fernández

*Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid*

***"Un huevo fresco es aquel que no presenta ningún riesgo de provocar una toxii infección cualquiera que sea el tipo de preparación culinaria a que se le someta". Bernard Sauveur. INRA, Tours.***

La salmonelosis es una toxii infección alimentaria producida por bacterias del género *Salmonella* que comprende más de 2.700 serovariedades o serotipos, cuya clasificación y diferenciación tiene un gran valor epidemiológico a la hora de evaluar un brote infeccioso y su origen. El progreso en los esquemas de clasificación en *Salmonella*, con nuevas especies y subespecies diferenciadas por métodos moleculares tiene cualquier serotipo puede ser patógeno en determinadas condiciones para el hombre y los animales. Existe, sin embargo, cierta restricción de hospedador frente a ciertos serotipos y *S. entérica* sv. Typhi ataca, exclusivamente, al hombre, la sv. Pullorum y la sv. Gallinarum solamente infectan a las aves, la sv. Abortus ovis afecta a la oveja como la sv. Abortus equi a los equinos. Son éstas excepciones que confirman la regla. (Tabla 1).

La mayor incidencia de salmonelosis humana y animal se debe a los serovares Enteritidis y Typhimurium, capaces de producir infección o toxii infección indiscriminadamente en el hombre, animales de renta y compañía y roedores salvajes.

La infección *Salmonella* se caracteriza, en general, por un síndrome febril con gastroenteritis grave si el proceso septicémico no se trata debidamente. El término toxii infección pretende armonizar el hecho infeccioso de la invasión gastrointestinal y la difusión sis-

témica de la *Salmonella*, con la absorción de endotoxinas o lipoproteínas de las salmonelas, destruidas a nivel del intestino por los mecanismos defensivos, aunque esta acción patógena es escasamente significativa frente a la propia infección microbiana.

**Tabla 1. Esquemas taxonómicos de *Salmonella* spp.**

Base diagnóstica	Caracteres	Serotipo
Bioquímica	Cinco subgéneros (I-V) Tres especies: <i>S. typhi</i> , <i>S. choleraesuis</i> , <i>S. enteritidis</i> .	<i>S. typhimurium</i> <i>S. enteritidis</i> sv. Typhimurium
Homología DNA-Análisis genético	Especie tipo y única: especie <i>S. choleraesuis</i> . Siete subespecies.	<i>S. entérica</i> sssp. entérica sv. Typhimurium
Electroforesis de enzima multilocalizado	Dos especies: <i>S. entérica</i> (con seis subespecies), <i>S. bongori</i> .	<i>S. entérica</i> sp

**1 EL AGENTE ETIOLÓGICO. GÉNERO SALMONELLA**

*Salmonella* spp. Se compone de bacilos gramnegativos, anaerobios facultativos, pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae.

Los miembros de este género son móviles debido a la acción de flagelos peritricos, con muy escasas excepciones a esta cualidad a causa de una disfunción flagelar, tal y como ocurre en *S. Pullorum* y *S. Gallinarum*, serovariantes adaptadas a las aves en las que provocan procesos infecciosos tales como la pullorosis en los pollitos y el cólera o tifosis aviar en el ave adulta.

Las salmonelas son organotróficas, capaces de metabolizar los nutrientes por una vía respiratoria o fermentativa. Las salmonelas son oxidasa negativas y catalasa positivas, capaces de utilizar el citrato como única fuente de carbono, producen hidrógeno sulfurado, lisina y ornitina decarboxilasa y no hidrolizan la urea. Los microorganismos del género *Salmonella* tienen un crecimiento óptimo a 37°C y catabolizan la D-glucosa y otros carbohidratos con producción de ácido y gas.

Estos datos permiten una identificación bioquímica de las estirpes de *Salmonella* aisladas de diferentes substratos.

La siembra en agar-hierro-triple azúcar (TSI) y en medios diferenciales tales como verde brillante, desoxicolato y agar entérico Héktoen permiten abreviar en la identificación de las estirpes aisladas.

En el momento actual se tiende a reducir el número de biotipos en *Salmonella* debido a una variación genética por mutación o intercambio intragenérico e intergenérico de plasmidos que codifican determinadas características biológicas originando salmonelas atípicas que pueden originar problemas de diagnóstico, especialmente graves a nivel hospitalario o de explotación ganadera, en especial avícola.

La nomenclatura y el concepto taxonómico del género *Salmonella* han progresado a través de diversos esquemas basados en las características bioquímicas y serológicas, siendo el más conocido el de Kauffmann-White (Tabla 1).

En las últimas décadas la clasificación del grupo *Salmonella* ha experimentado una auténtica revolución coincidiendo con el desarrollo de nuevas técnicas de Biología Molecular, PCR, hibridación, ribotipado, homología del DNA, hibridación, electroforesis en gel de

campo pulsado, electroforesis de enzima multilocalizado y, en consecuencia que da anticuada la clasificación de *Salmonella* en cinco subgéneros y la consideración de *S. Cholerasuis* como especie tipo que pasaría a *S. entérica* serovar Typhimurium LT2. Existe la propuesta de elevar *S. entérica* subsp. Bongori a una nueva especie *S. bongori* basado en el modelo electroforético de enzima multilocalizado.

Este detalle taxonómico tiene escaso interés epidemiológico ya que en el Instituto Pasteur de París (Centro de Referencia de *Salmonella* de la OMS) el 99,2 por cien de los serotipos de *Salmonella* aislados pertenecen a *S. entérica*.

Las serovariantes de *S. Entérica* se dividen en siete grupos de los cuales el grupo I incluye los serotipos patógenos para el hombre y los animales como *S. entérica* sv. Typhimurium, Cholerasuis, Dublín, Abortusovis, Pullorum, Gallinarum, entre otras.

Las salmonelas son microorganismos de gran ubicuidad en el ambiente y su "habitat" natural se encuentra en el canal gastrointestinal de los animales, vertebrados homeotermos y poiquilotermos. Esta circunstancia unida a las prácticas de manejo ganadero a nivel de la explotación ganadera perpetúan el ciclo de contagio e infección en la *Salmonella* spp (Tabla 2).

**Tabla 2. Principales brotes de salmonelosis humana**

Año	País	Alimento	Serovar.	Casos
1973	Trinidad	Leche en polvo	<i>S. derby</i>	3.000
1974	Estados Unidos	Ensaladilla	<i>S. newport</i>	3.400
1976	Australia	Leche Natural	<i>S. typhimurium</i>	500
1976	España	Ensaladilla	<i>S. typhimurium</i>	702
1977	Suecia	Mostaza de aliño	<i>S. enteritidis</i>	2.865
1981	Holanda	Ensalada	<i>S. indiana</i>	600
1981	Escocia	Leche Natural	<i>S. typhimurium</i>	654
1984	Canadá	Queso Cheddar	<i>S. typhimurium</i>	2.700
1984	Francia	Paté de hígado	<i>S. goldcoast</i>	756
1985	Internacional	Helado	<i>S. enteritidis</i>	766
1985	Estados Unidos	Leche pasteurizada	<i>S. typhimurium</i>	1.000
1987	China	Bebida de huevo	<i>S. typhimurium</i>	1.113
1991	Alemania	Macedonia de frutas	<i>S. enteritidis</i>	900
1993	Francia	Mayonesa	<i>S. enteritidis</i>	751
1993	Alemania	Patatas con pimienta	<i>S. saintpaul</i>	670
1994	Estados Unidos	Helado	<i>S. enteritidis</i>	645

## 2 SALMONELOSIS EN HUEVOS Y OVOPRODUCTOS

El huevo tiene una estructura biológica que hace difícil su contaminación y la penetración de gérmenes desde el exterior no es fácil mientras conserve la película de mucina superficial que lo recubre, las membranas internas íntegras y las propiedades bacteriolíticas de la clara. Ambas defensas se debilitan o desaparecen en 48 horas y la cáscara se hace permeable especialmente en condiciones de temperatura y humedad elevadas o cambios en la presión interna del huevo.

## 3 EL HUEVO

Las barreras físicas que evitan de forma mecánica la penetración y progresión bacteriana hacia la yema del huevo son, la cutícula, la cáscara, las membranas, la clara o albúmen y la membrana vitelina.

La cutícula exterior de carácter proteico se deseca con rapidez tras la puesta y protege al huevo al obturar los poros de la cáscara, efecto protector que se va debilitando para desaparecer prácticamente a los dos o tres días. Al enfriarse el huevo después de la puesta se produce una contracción del contenido del huevo pero la cutícula, en principio, impide la penetración de aire o gérmenes a través de los poros de la cáscara, constituida por una trama proteica calcificada.

El número de poros por huevo varía de 7.000 a 15.000, su diámetro de 10 a 30 micras y cada cm<sup>2</sup> contiene entre 100 y 200, siendo más numerosos en la parte más gruesa, de mayor bóveda, a fin de favorecer la respiración del futuro embrión. Las variaciones de temperatura actúan sobre el recambio gaseoso del huevo, aceleran la formación de la cámara de aire en el polo superior achatado y favorecen la penetración de las bacterias exteriores a través de la cáscara y membranas.

La cutícula proteica externa de 0.01 mm, siendo la externa de doble grosor como mínimo que la interna (0,025mm). Estas membranas están formadas por fibras proteicas de queratina entrecruza-

das recubiertas de glicoproteínas que contienen aminoácidos poco comunes como la desmosina y la isodesmosina. Las dos membranas están adheridas entre sí, formando una eficaz barrera protectora, pero al formarse la cámara de aire se separan y pierden efectividad mecánica si bien conservan cierta actividad enzimática y bacteriolítica.

La clara líquida externa tiende a incrementar el pH de 7,4 en el momento de la puesta hasta 9,3 después de varios días de almacenaje. Este pH elevado se explica por la difusión de CO<sub>2</sub> desde el exterior incrementando los bicarbonatos y no favorece el crecimiento bacteriano, sin llegar a ser bactericida.

La parte espesa de la clara frena la difusión de los microorganismos e virtud de la consistencia viscosa que le proporciona la ovomucina, pero, además, existen mecanismos químicos y biológicos de tipo enzimático y efecto bacteriolítico, como son la lisozima, transferrina, avidina y flavoproteína, principalmente. Todas estas defensas a las que habría que añadir la membrana vitelina que protege a la yema, explican por qué la contaminación del huevo es de origen exterior habitualmente y rara vez se contamina la yema.

## 4 GRANJA Y MANEJO

Existen factores que inciden claramente en la contaminación del huevo.

La ausencia de control microbiano en las granjas e industrias productoras de pienso para animales, harinas de carne y pescado han asegurado la presencia de *Salmonella* spp. en la cadena alimentaria (Tabla 2).

Con respecto al mito sobre papel del huevo y los ovoproductos, como frecuente causa de salmonelosis en el hombre, a consecuencia de una hipotética transmisión transovárica de *Salmonella* spp. se puede decir que esta posibilidad está en sus horas bajas en el momento actual porque si bien se ha logrado producir por vía experimental inoculando por vía oral fuertes dosis de salmonelas (> 10<sup>9</sup>) el porcentaje de huevos infectados

verticalmente es muy bajo <3 por cien y estas condiciones experimentales extremas de contagio, no se dan de manera natural en las explotaciones avícolas.

En consecuencia, un huevo limpio procedente de una ponedora no infectada no debe albergar salmonelas en su interior, pero los huevos sucios puestos por aves enfermas, en especial por las afectadas de diarrea son potencialmente peligrosas ya que las envolturas pueden haberse contaminado desde el exterior.

Una excepción a esta regla la presentan los huevos de pata que son portadores en sus heces de Salmonella especialmente de los serotipos S. entérica sv. Pullorum y sv. Gallinarum que producen enfermedades de carácter agudo, acentuada letalidad y gran interés económico para la industria avícola, pero no significan riesgo alguno para la salud pública.

La infección aviar generalizada por otros serotipos de Salmonella no es nada frecuente en pollos o en ponedoras.

La inoculación experimental de sv. Enteritidis por vía oral con elevadas cantidades de bacterias provoca la contaminación interna de un bajo porcentaje de huevos. Estas circunstancias, repetidas, no pueden darse en una explotación avícola de forma asintomática o larvada.

En consecuencia, la contaminación interna o íntima de huevos recogidos y conservados en buenas condiciones higiénicas debe considerarse excepcional, pero no ocurre lo mismo con los ovoproductos.

## 5 CONTAMINACIÓN EN OVOPRODUCTOS

Existen los siguientes peligros de polución:

- Mezcla de un huevo contaminado con millares de huevos sanos.
- Insuficiente limpieza y desinfección del material.
- Manipuladores portadores de gérmenes.
- Retraso en la protección de la mezcla por el frío.

Estos riesgos de contaminación no son superiores a la de diversos lactoderivados, como leche en polvo y helados o diferentes preparados cárnicos tipo hamburguesa o embutidos frescos.

En el último cuarto de siglo se han registrado veintidós grandes epidemias de salmonelosis humana de origen alimentario y solamente en dos casos se estimó el origen del contagio a través del huevo, siendo un vehículo de infección comparativamente más frecuente, por ej., la carne picada o en embutidos o la leche natural y sus derivados.

La revisión del boletín Epidemiológico y Microbiológico del Instituto de Salud Carlos III correspondiente a los últimos cinco años nos muestra una predominación de los serotipos de Salmonella aislados de alimentos S. entérica sv Enteritidis de 133 a 176 estirpes por año, S. entérica sv. Typhimurium de 59 a 69 cepas por año. Estos son los dos serotipos Hadar (37 a 47), Anatum (14 a 32), Wirchow (10 a 22), Derby (15 a 20), Sentenftember (16 a 18) e Indiana (13 a 15).

Los aislamientos de Salmonella en nuestro país tenían la siguiente procedencia alimentaria:

- Huevos y derivados, se aislaron un mínimo de 32 a 64 serovariante por años del período 1995-1999.
- Carne de ave de 108 a 229 por año.
- Carne de vacuno, ovino, caprino y cerdo de 83 a 101 estirpes anuales.
- Origen desconocido en 71 a 93 cepas de Salmonella por año.

## 6 AVANCES MICROBIOLÓGICOS QUE EXPLICAN LA CRECIENTE DIVERSIDAD DE ESTIRPES Y SEROTIPOS EN SALMONELLA SPP.

### 6.1 ISLAS DE PATOGENICIDAD Y SISTEMAS DE SECRECIÓN TIPO III

En el futuro, la amenaza de salmonelosis humana o animal, tendrá más que ver con la biodiversidad y filogenia del género

Salmonella que con la tecnología de la producción alimentaria cuyo control se ve más al alcance de la mano.

Los genes de virulencia de las bacterias están organizados a menudo en regiones conocidas como islas de patogenicidad, codificadas bien en el cromosoma bacteriano o bien en grandes plásmidos. Las islas de patogenicidad en Salmonella se definen como largas zonas del cromosoma que codifican los genes responsables de la virulencia bacteriana en un modelo animal determinado o que son responsables del establecimiento de las interacciones de la bacteria con su hospedador.

Como en otras islas de patogenicidad, tienen generalmente un contenido menor en G+C (entre 37-47 %) que el resto del cromosoma bacteriano (alrededor de 52%) y están insertadas a menudo en genes de t-RNA. Por lo tanto, las islas probablemente se han adquirido por transferencia horizontal de fagos o plásmidos de origen desconocido y están altamente conservadas entre los diferentes serotipos de Salmonella spp.

Hasta el momento se han identificado cinco zonas de estas características. La isla de patogenicidad 1 de Salmonella (SPI 1) se localiza en el centisoma 63 del cromosoma y tiene alrededor de 40 kb. SPI 1 se requiere principalmente para la entrada del patógeno en las células epiteliales del hospedador (fenómeno conocido como invasión) y en la citotoxicidad de macrófagos. La segunda isla de patogenicidad, SPI 2, tiene también un tamaño aproximado de 40 kb y se localiza en el centisoma 31 del cromosoma. SPI 2 está implicada en la supervivencia de Salmonella dentro de los macrófagos.

Además de estas dos grandes islas de patogenicidad, se han descrito otras de menor tamaño: SPI 3 en el centisoma 82 con 17 kb, SPI-4 de 27kb en el centisoma 92 y SPI-5 de aproximadamente 10 kb en el centisoma 25. Estas tres islas se requieren para el crecimiento y la supervivencia de la bacteria dentro del hospedador en la fase sistémica de la enfermedad. Recientemente se han identificado factores de virulencia en SPI-5 que parecen implicados en la inflamación que caracteriza la fase entérica de la infección por Salmonella spp.

SPI-1 y SPI-2 codifican ambas para sistemas de secreción tipo III que median el fenotipo de virulencia mediante translocación de las proteínas codificadas por la bacteria en el citoplasma de la célula hospedadora. Los sistemas de secreción tipo III consisten en un conjunto amplio de proteínas (pueden ser 20 o más) con diferentes funciones, muchas de ellas homólogas a las proteínas del aparato flagelar. Este tipo de sistemas de secreción son utilizados por muchos patógenos animales (Shigella, Yersinia, E. Coli enteropatógenos, Chlamydia) o fitopatógenos (Pseudomonas, Erwinia y Xanthomonas) que tienen en común la capacidad de interactuar con la célula hospedadora y secretar factores de virulencia. Usando estos sistemas, los microorganismos son capaces de desarrollar la secreción coordinada de un amplio intervalo de proteínas consideradas como factores de virulencia y en ocasiones su translocación a la célula hospedadora eucariota para interferir en la mayoría de los casos con las rutas de transducción de señales de dicha célula.

La mayor parte de las proteínas investigadas en los sistemas de secreción tipo III pertenecen a las siguientes categorías según ha podido demostrar uno de nosotros: (i) componentes del aparato de secreción en sí, incluyendo proteínas implicadas en la transducción de energía (como ATPasas), chaperonas y proteínas con función reguladora. (ii) proteínas secretadas implicadas en el proceso de secreción o con función efectora en el interior de la célula hospedadora. Las proteínas efectoras requieren generalmente chaperonas específicas que impiden el plegamiento incorrecto, degradación o asociación prematura, y pueden incluso ayudar al transporte de las proteínas efectoras en las células hospedadoras. Los sistemas de secreción tipo III están además altamente regulados y las proteínas son solamente secretadas cuando las bacterias encuentran las señales ambientales adecuadas. En este sentido, se cree que como sistema de secreción tipo III, SPI-1 es contacto-dependiente al igual que los de Shigella o Yersinia. Esta es sin duda, una de las líneas de investigación de mayor interés en el género Salmonella spp. que habrá de repercutir en el control y prevención de la salmonelosis humana y animal.

## 6.2 PLÁSMIDOS Y VIRULENCIA EN SALMONELLA SPP.

Desde el punto de vista de la patogenicidad las serovariantes de *S. entérica* que se integran en el grupo I, en condición de subespecies de mayor virulencia entre las que figuran, entre otras, sv. Typhi, sv. Paratyphi, sv. Enteritidis y sv. Typhimurium, son portadoras de plásmidos de gran tamaño y escaso número de copias que contienen los genes de la virulencia. Los plásmidos de la virulencia de *Salmonella* son imprescindibles para iniciar el proceso infeccioso si bien su función patogénica en la fase entérica de la infección no se conoce bien.

La presencia de los plásmidos de virulencias en las salmonelas de mayor patogenicidad y poder de adaptación ambiental nos quiere indicar que estos plásmidos podrían ampliar el intervalo patogénico de receptividad específica de hospedador favoreciendo así la extensión de la salmonelosis, creando nuevos reservorios y vectores en la fauna animal, de máximo interés en el ciclo de contagio por *Salmonella*.

## 7 CONCLUSIÓN FINAL

En resumen, el mito de la peligrosidad del huevo como vehículo de *Salmonella* nace de la posibilidad de transmisión vertical a través del ovario y esto no es cierto a la luz del conocimiento actual, ya que la *S. entérica* en sus variedades Pullorum y Gallinarum que son las salmonellas específicamente patógenas y letales para la aves, no han originado nunca, que sepamos, epidemias humana y las variante Enteritidis y Typhimurium no suelen producir septicemias en las aves y de hecho en los huevos en que se encuentran salmonelas están localizadas en la parte interior de la cáscara y membranas envolventes, muy pocas veces en la clara y excepcionalmente en la yema, lo que revela una contaminación externa por las heces en la cloaca.

De todo esto podemos concluir que un huevo fresco procedente de ponedoras sanas recogido y manejado en condiciones higiénicas

de garantía, no permite pensar en una contaminación en origen y en cuanto a los ovoproductos el riesgo de contaminación no es, en absoluto, superior al de la transformación industrial de la leche natural o al de la producción de los derivados cárnicos o productos de la pesca.

En el momento actual se investigan diversos aspectos genéticos de base molecular en relación con las Islas de Patogenicidad y Plásmidos de Virulencia para ampliar el conocimiento sobre el ciclo de infección y contagio, a fin de prevenir de manera efectiva y racional la salmonelosis humana y de origen alimentario.

## Bibliografía

- 1 Armstrong, R. W., T. Fodor, G. T. Curlin, A. B. Cohen, G. K. Morris, W.T. Martin y J. Feldman. 1970. Epidemic *Salmonella* gastroenteritis due to contaminated imitation ice cream. *Am. J. Epidemiol.* 91:300-307.
- 2 Blanc-Potard, A. B., Solomon, F., Kayser, J. Y Groisman, E. A. 1999. The SPI-3 pathogenicity island of *Salmonella entérica*. *J. Bacteriol.* 181: 998-1004.
- 3 Blaser, M. J., y L. S. Newman. 1982, A review of human salmonellosis. I. Infective dose. *Rev. Infect. Dis.* 4: 1096-1106.
- 4 Chen L. M., Kaniga, K. y Galán J. E. 1996. *Salmonella* spp. are cytotoxic for cultured macrophages. *Mol. Microbiol.* 21: 1101-1115.
- 5 Chopra, A. K., y J. W. Peterson. 1994. Molecular characterization of *Salmonella enterotoxin*. Presented at the 7th International Congress of Bacteriology and Applied Microbiology Division, Prague, Czechoslovak Republic.
- 6 Collazom C. M., M. K. Zierler, y J. E. Galán. 1995. Functional analysis of the *Salmonella typhimurium* invasion genes *inv I* an *inv J* an identification of a target of the protein secretion apparatus encoded in the *inv* locus. *Mol. Microbiol.* 15:25-38.
- 7 D'Aoust, J. Y. 1991. Pathogenicity of foodborne *Salmonella*. *Int. J. Food Microbio.* 12:17-40.
- 8 D'Aoust, J. Y. 1994. *Salmonella* and the international food trade. *Int. J. Food Microbio.* 24: 11-31.

- 9 Eichelberg, K., C. C. Ginocchio, y J. E. Galán. 1994. Molecular and functional characterization of the Salmonella typhimurium invasion genes invB and invC: homology of invC to the FOF1 ATPase family of proteins. *J. Bacteriol.* 176:4501-4510.
- 10 Fantasia, M., y E. Filetici. 1994. Salmonella enteritidis in Italy. *Int. J. Food Microbiol.* 21:7-13
- 11 Finlay, B.B. 1994. Molecular and cellular mechanisms of Salmonella pathogenesis. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 192:163-185.
- 12 Galán, J. E. y Ginocchio. 1994. The molecular genetic bases of Salmonella entry into mammalian cells. *Biochem. Soc. Trans.* 22: 301.
- 13 García del Portillo, F., y B.B. Finlay. 1994. Invasion and intracellular proliferation of Salmonella within nonphagocytic cells. *Microbiologia SEM.* 10:229-238.
- 14 García del Portillo, F., J.W. Foster y B.B. Finlay. 1993. Role of acid tolerance response genes in Salmonella typhimurium virulence. *Infect. Immun.* 61: 4489-4492.
- 15 Ginocchio, C., Pace, J., y Galán, J. E. 1992. Identification and molecular characterization of a Salmonella typhimurium gene involved in triggering the internalization of salmonellae into culture epithelial cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 89: 5976- 5980.
- 16 Ginocchio, C.C. y J. E. Galán. 1995. Functional conservation among members of the Salmonella typhimurium InvA family of proteins. *Infect. Immun.* 63: 729-732.
- 17 Guiney, D. G., F. C. Fang, M. Krause, S. Libby. 1994. Plasmid-mediated virulence genes in non-typhoid Salmonella serovars. *FEMS Microbiol. Lett.* 124:1-10.
- 18 Lee, L. A., N. D. Pühr, E. K. Maloney, N.H. Bean y R.V. Tauxe. 1994. Increase in antimicrobial-resistant Salmonella infections in the United States, 1989-1990. *J. Infect. Dis.* 170:128-134.
- 19 Lepoutre, A., J. Salomon, C. Charley, y F. LeQuerrec. 1994. Les toxi-infections alimentaires collectives en 1993. *Bull. Epidemiol. Hebd.* 52:245-247.
- 20 Marcus, S. L., Brumell, J. H. Pfeifer, C. G. y Finlay, B.B. 2000. Salmonella pathogenicity islands: big virulence in small packages. *Microbes and Infection.* 2:145-156.
- 21 Mason, J. 1994. Salmonella enteritidis control programs in the United States. *Int. J. Food Microbiol.* 21:155-169
- 22 Ochman, H., Soncini, F.C., Solomon, F., y Groisman, E.A.. 1996. Identification of a pathogenicity island required for Salmonella survival into host cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 94: 7800-7804.
- 23 Polotsky, Y.E. Dragunsky, y T. Khavkin. 1994. Morphologic evaluation of the pathogenesis of bacterial enteric infections. *Crit. Rev. Microbiol.* 20:161-208.
- 24 Richard, F., E. Pons, B. Lelore, V. Bleuze, B. Grandbastien, C. Collinet, R. Mathis, J.-F. Diependale, y P. Legrand. 1994. Toxi-infection alimentaire collective du 8 juin 1993 à Douai. *Bull. Epidemiol. Hebd.* 3:9-11.
- 25 Roberts, J. A., y P. N. Sockett. 1994. The socioeconomic impact of human Salmonella enteritidis infection. *Int. J. Food Microbiol.* 21: 117-129.
- 26 Rotgerm R. y Casadesús, J. 1999. The virulence plasmids of Salmonella. *Internatl. Microbiol.* 2:117-184.
- 27 Sauveur, B. 1993. El huevo para consumo: bases productivas. Mundi-Prensa. Madrid.
- 28 Suárez, M., y Russmann, H. 1998. Molecular mechanisms of Salmonella invasion: the type III secretion system of the pathogenicity island 1. *Internatl. Microbiol.* 1:197- 204.
- 29 Thapon, J. L. y Bourgeois, C. M. 1994. L'oeuf et les ovoproduits. Edit. Technique et Documentation. Paris.
- 30 Wong, K. K., McClelland, M., Stillwell, L. C., Sisk, E. C., Thurston, S. J., y Saffer, J. D. 1998. Identification and sequence analysis of a 27-kb chromosomal fragment containing a Salmonella pathogenicity island located at 92 minutes on the chromosome map of Salmonella enterica serovar typhimurium LT2. *Infect. Immun.* 66:3365- 3371.
- 31 Wood, M.W., Jones, M. A., Watson, P.R. Hedges, S., Wallis, T.S., y Galyov, E. E. 1998. Identification of a pathogenicity island required for a Salmonella enteropathogenicity. *Mol. Microbiol.* 29: 883-891.
- 32 World Health Organization. 1988. Salmonellosis Control: the Role of Animal and Product Hygiene. Technical Report Series 774. World Health Organization, Geneva.



- 33** World Health Organization. 1992. WHO Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Intoxications in Europe. Fifth Report 1985-1989. Institute of Veterinary Medicine- Robert von Ostertag Institute. Berlin.
- 34** Zastrow, K. D., y I. Schoneberg. 1993. Outbreaks of food-borne infections and intoxications in the Federal Republic of Germany 1991. *Gesundh. Wes.* 55:250-253.



# 7

## **Sistema APPCC. Los beneficios que aporta y su importancia**

Dña. Esther Plágaro

## 7

## Sistema APPCC. Los beneficios que aporta y su importancia

Dña. Esther Plágaro. ALIMEK

### INTRODUCCIÓN

La introducción del sistema APPCC en los centros de embalaje debe suponer una sistematización de los controles de calidad en el sector, lo que redundará sin duda en una mayor garantía del producto final, que beneficia directamente al consumidor.

Solo con un alto nivel de compromiso con la calidad y de autoexigencia por parte del sector podremos ofrecer al consumidor cada vez mejores alimentos, es decir, alimentos más sanos.

A.P.P.C.C o Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico es el análisis sistemático del proceso de producción o proceso de manipulación de un alimento desde la compra de la materia prima que forma parte del producto, hasta su uso como producto terminado con el fin de identificar aquellos pasos que son críticos para la seguridad del producto.

Se trata de un sistema o método que permite:

- Identificar y evaluar los peligros (microbiológicos, físicos y químicos) que pueden generarse en cada una de las fases desde la producción al consumo de un alimento y,
- Definir las medidas preventivas y los medios necesarios para que esos peligros no se generen o produzcan, es decir, para controlarlos.

El A.P.P.C.C. es el método más efectivo para maximizar la seguridad de los productos, además es un sistema rentable ya que pone mayor

énfasis en la prevención durante el procesado de los alimentos y no se basa en el análisis de los productos finales, por lo que la relación coste/beneficio se mejora de forma notable. Al ser un sistema preventivo, permite concentrar los recursos técnicos y económicos de las empresas en aquellos puntos que son críticos para la seguridad del producto.

Reconociendo la importancia del sistema A.P.P.C.C. para el control de los alimentos, la Comisión del Codex Alimentarius (CAC) aprobó en su vigésimo período de sesiones, celebrado en Ginebra del 28 de junio al 7 de julio de 1993, las "Directrices para la aplicación del sistema de análisis de peligros y de los puntos de control críticos (A.R.C.P.C.)"

La Unión Europea, ante la llegada del Mercado Único, el 1 de Enero de 1993, con la libre circulación de mercancías, ha hecho preceptiva la implantación y mantenimiento por parte de los establecimientos de un sistema continuado de control basado en la metodología A.P.P.C.C., comenzando por exigirlo sectorialmente en sus Directivas verticales y, más tarde, de modo general en todas las empresas del sector alimentario mediante la Directiva 93/43/CEE, de 13 de Junio de 1993, relativa a la higiene de los productos alimenticios de carácter horizontal (traspuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 2207/1995, de 28 de diciembre de 1995, por el que se establecen las normas de higiene relativas a los productos alimenticios). Dicha Directiva en su Artículo 3, Parte 2, incluye textualmente:

*"Las empresas del Sector alimentario indicarán cualquier fase de su actividad que sea determinante para garantizar la seguridad de los alimentos y velarán para que se definan, se pongan en práctica, se cumplan y se actualicen procedimientos de seguridad adecuados, de acuerdo con los siguientes principios, en los que se basa el sistema A.R.I.C.P.C."*

### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS CENTROS DE EMBALAJE DE HUEVO

Los centros de embalaje pueden estar ubicados en muy diversos contextos. Es muy frecuente sin embargo, que se encuentren en el campo a una distancia considerable de fabricas o viviendas.

En cuanto a las instalaciones que componen el centro de embalaje, generalmente cuenta con las siguientes áreas:

- Zona de carga y descarga
- Almacén de envases y embalajes
- Zona de clasificación
- Almacén de producto final
- Baños y vestuarios
- Oficina

Es muy frecuente que junto al centro de clasificación, se ubiquen las naves de puesta y que los huevos se transporten desde las naves al centro de clasificación mediante un sistema de cintas transportadoras.

En un menor número de casos, los huevos llegan al centro de clasificación en bandejas que son transportadas en vehículos isoterms.

El proceso que se da en un centro de clasificación es el siguiente:

Los huevos, antes o después de ser recepcionados en el centro de embalaje para su clasificación, son preseleccionados, lo que supone retirar los que a simple vista están más deteriorados (sucios, pálidos, fisurados o rotos). Así se trata de evitar que estos huevos sean fuente de contaminación para los demás huevos durante el proceso de clasificación.

Una vez que los huevos están en el centro de embalaje, se colocan en una cinta que los transportará a la cámara de miraje donde se realizará la separación de los huevos limpios e intactos de los rotos, fisurados, pálidos y sucios.

Los huevos limpios e intactos son los de categoría A, es decir, aptos para el consumo humano. Tras el paso por la cámara de miraje, continúan su camino en la cinta de la máquina clasificadora hacia la fase de pesado, donde se clasifican según su peso (XL, L, M, o S).

En ocasiones los huevos en el momento de ser clasificados, también son marcados con la fecha de consumo preferente.

Finalmente son envasados en cestillos, bandejas o estuches que generalmente son de alvéolos o plástico. Durante esta etapa, los enva-

ses son provistos de etiquetas o son impresos de los datos necesarios para completar un correcto etiquetado.

Una vez envasados, los huevos se introducen en carros o en cajas (embalado).

Cada vez con mayor frecuencia y en la mayoría de los casos debida a la exigencia impuesta por los compradores (grandes superficies) parte del producto envasado es retractilado.

Los huevos retirados en el proceso de selección (rotos, fisurados, pálidos y sucios) seguirán otra línea separada para su destino a industrias alimentarias o no alimentarias. Es muy frecuente que en el momento en el que se realiza la retirada de los huevos rotos, se proceda a su cascado, en bolsas de uso alimentario que posteriormente son almacenadas a bajas temperaturas hasta que son transportadas a industrias.

La fase final del proceso es el almacenamiento de los huevos manteniendo las condiciones adecuadas de temperatura y humedad, hasta que se procede a su distribución mediante vehículos de transporte adecuados.

Para mantener las condiciones higiénico sanitarias del huevo es, por lo tanto, fundamental mantener unos correctos procedimientos de manipulación en todas las etapas del proceso, desde la recepción del huevo hasta su distribución, mediante la implantación de un sistema A.P.P.C.C. que se describe a continuación.

## DESARROLLO DEL SISTEMA DE AUTOCONTROL A.P.P.C.C.

El sistema A.P.P.C.C. se fundamenta en siete Principios, elementos o pasos secuenciales que determinan como establecer, implantar y mantener el Plan A.P.P.C.C. en la operación que esté bajo estudio.

**Principio 1. Identificar los peligros potenciales** asociados a la producción de alimentos en todas sus fases, desde la recepción de los productos, hasta su consumo final, pasando por la recepción en el centro de embalaje, preselección, clasificación, envasado, embalado, almacenamiento y distribución.

Evaluar la probabilidad de presentación de los peligros e identificar las medidas preventivas necesarias para su control.

**Principio 2. Identificación los Puntos de Control Crítico (PCC) del proceso.**

Determinar los puntos / procedimientos / fases o etapas de las operaciones que pueden controlarse para eliminar el peligro o minimizar la probabilidad de su presentación

**Principio 3. Establecimiento de los límites críticos o valores de referencia.**

Especificación o establecimiento de los criterios que han de cumplirse y que indican que una operación está controlada en un PCC en concreto.

**Principio 4. Comprobación o vigilancia de cada PCC.**

Búsqueda, selección y adopción o introducción de los procedimientos, métodos o sistemas de vigilancia de cada PCC, para comprobar que está debidamente controlado.

**Principio 5. Introducción de las medidas correctoras.**

Establecimiento e introducción de las medidas correctoras adecuadas cuando la vigilancia del PCC indica o avisa que éste no funciona correctamente, es decir que no está bien controlado.

**Principio 6. Verificación o confirmación del sistema.**

Establecer procedimientos para la verificación, incluyendo pruebas complementarias, a fin de confirmar que el sistema A.P.P.C.C. esta funcionando de manera efectiva.

**Principio 7. Registro y archivo de datos.**

Establecer un sistema de registro en que se anoten todos los procedimientos y datos relativos a los principios 1 a 6 y a su aplicación.

**1 CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO DE PERSONAS QUE VAN A LLEVAR A CABO EL ESTUDIO (Equipo A.P.P.C.C.).**

Para la implantación y desarrollo del A.P.P.C.C. se deberá formar un equipo multidisciplinario que tenga los conocimientos específicos y la competencia técnica adecuada tanto del proceso como del producto.

Se recomienda que un equipo A.P.P.C.C. lo integren expertos de las áreas de producción, clasificación, envasado, personal de almacén, aseguramiento de calidad y laboratorio y, si fuera necesario, profesionales externos (consultores especializados, otros..).

**2 DEFINICIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO**

Antes de comenzar es importante que el equipo A.P.P.C.C. llegue a un acuerdo sobre el ámbito de estudio. Es esencial establecer un correcto enfoque para prevenir que el desarrollo del trabajo en equipo se vea obstaculizado.

Por lo tanto se deberá:

■ **Limitar el estudio a un producto o proceso determinado.**

En este caso el producto sería el huevo de gallina.

Se debe explicar también que parte del proceso va a abarcar el sistema APPCC:

- *Embalado de huevo*
- *Embalado y puesta*
- *Embalado, puesta y elaboración de pienso.*

■ **Definir el o los tipos de peligros a incluir:**

- *microbiológicos*
- *químicos*
- *físicos*

Los peligros físicos se suelen desestimar en el caso del centro de embalaje debido a que la cáscara del huevo va a evitar que cualquier peligro físico pueda afectar al producto.

### 3 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Se deberá preparar una descripción completa del producto objeto del A.P.P.C.C, características fisico-químicas del mismo (altura de la cámara de aire, densidad, etc.) que puedan tener influencia a la hora de valorar los posibles peligros del producto, presentaciones (tipos de envases, formatos...), recomendaciones para su correcta utilización por el consumidor, y cuantos otros datos juzgue la empresa necesarios para que la identificación del producto, sea inequívoca.

**Ejemplo:** El término "huevo" identifica el huevo de gallina con cáscara apto para el consumo humano, en estado natural o para su utilización por la industrias de alimentación...

### 4 DETERMINACIÓN DE LA UTILIZACIÓN ESPERADA

Se debe determinar el uso probable del producto: cocido, crudo, etc. así como la forma prevista de manipulación y conservación.

Además, se deberá identificar el grupo de consumidores que normalmente utilizará el producto, incluyendo detallistas, catering o restauración colectiva, comercio, determinando incluso si entre los consumidores existen grupos sensibles de población, (por ejemplo, niños, ancianos y enfermos).

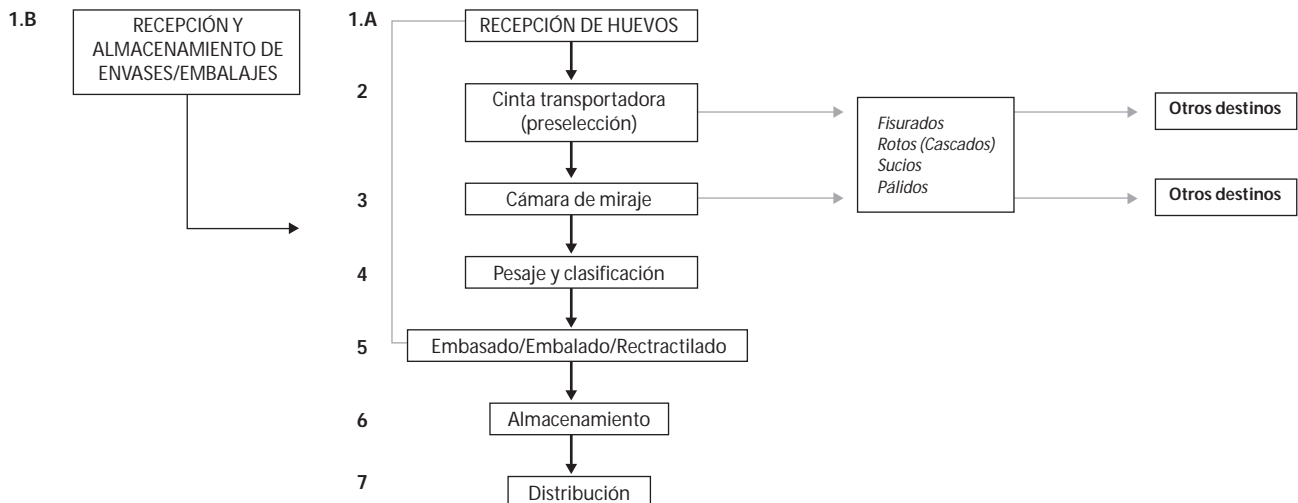
### 5 ELABORACIÓN DE UN DIAGRAMA DE FLUJO

Se trata de describir el proceso seguido por el producto estudiado, comenzando desde la recepción de las materias primas e ingredientes, las distintas etapas de producción, la distribución, hasta el manejo por el consumidor final, de acuerdo al ámbito de estudio definido.

En cada etapa del proceso los datos técnicos deben ser suficientes y apropiados para que pueda realizarse el análisis de peligros.

A continuación se desarrolla el diagrama de flujo del proceso de manipulación del huevo de gallina.

Diagrama de flujo de proceso de manipulación del huevo de la gallina



## 6 VERIFICACIÓN "IN SITU" DEL DIAGRAMA DE FLUJO

El equipo que realiza el estudio de aplicación del sistema A.P.P.C.C. debe verificar en la propia planta, que el diagrama de flujo elaborado es la representación exacta de todas y cada una de las fases del proceso, corrigiéndolo siempre que sea necesario.

## 7 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS POTENCIALES.

Esta enumeración o listado de los peligros se realizará a partir del diagrama de flujo. El equipo de A.P.P.C.C. deberá identificar todos los peligros biológicos, químicos o físicos (de acuerdo con el ámbito de estudio), que se puedan producir en cada fase, basándose en la composición del producto, el proceso, la manipulación, las instrucciones para el consumidor, etc.

Se analizará, cada uno de los peligros independientemente y por separado.

## 8 ESTUDIO DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA CONTROLAR LOS PELIGROS

Las medidas preventivas son las acciones y actividades que se requieren para eliminar los peligros o reducir su presentación a unos niveles aceptables.

Algunas veces pueden ser necesarias varias medidas preventivas para controlar un peligro específico. En otros casos, varios peligros pueden ser controlados por una sola medida preventiva.

## 9 IDENTIFICACION DE LOS PUNTOS DE CONTROL CRÍTICO.(PCC).

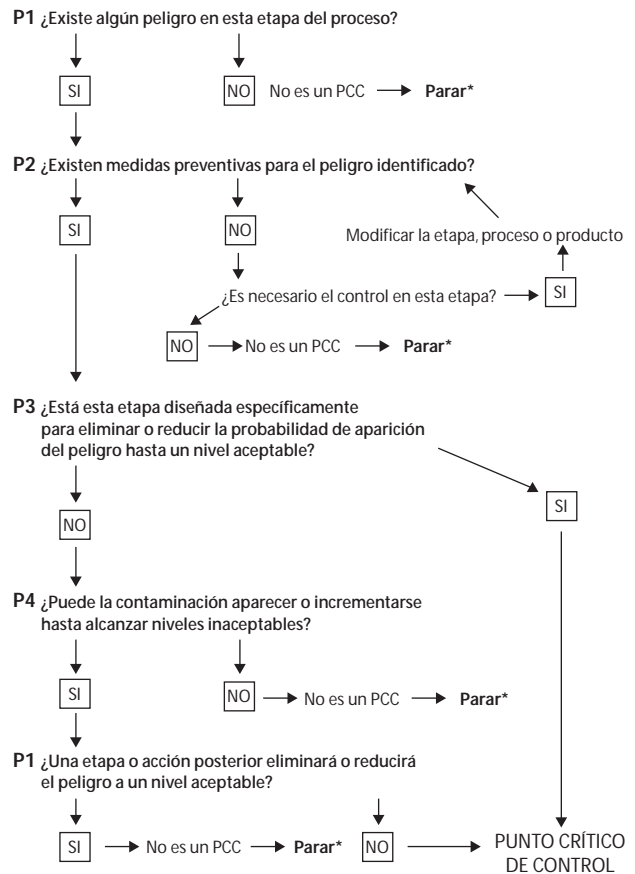
Se entiende por puntos de control crítico (PCC) las etapas, procedimientos o procesos en los que puede aplicarse un control, y como resultado del mismo, se previene, elimina o reduce a

un nivel aceptable un peligro que puede afectar la salubridad del producto.

Para que los peligros impliquen la determinación de un PCC, han de ser de tal naturaleza que su eliminación o reducción a niveles aceptables sea esencial para la producción de un alimento seguro.

Para llevar a cabo la identificación de los PCC se propone hacer uso de los denominados "árboles de decisión".

Diagrama 1. Arbol de decisiones para los PCCs



Fuente: Mortimore, S. & Wallace, C.(24)



## 10 ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES CRÍTICOS PARA CADA PUNTO DE CONTROL CRÍTICO

Identificado el PCC y establecido el procedimiento de control, es necesario especificar los criterios que van a indicar que el PCC está controlado y las tolerancias permitidas para éste.

Se entiende por criterios los parámetros, valores de referencia o límites específicos relativos a una característica física (tiempo y temperatura del almacenamiento, etc.), química (ausencia de antibióticos en el producto, etc.), microbiológica (ausencia de salmonella), o sensorial (aspecto o textura) del producto o proceso.

Los límites críticos de medidas preventivas valoradas subjetivamente, como puede ser el caso del control visual, deben acompañarse de especificaciones claras, referidas a lo que es aceptable y lo que no es aceptable.

## 11 ESTABLECIMIENTO DE UN PROCEDIMIENTO DE VIGILANCIA PARA LOS PUNTOS DE CONTROL CRÍTICO

La vigilancia es una secuencia planificada de medidas u observaciones para demostrar que un PCC está bajo control, es decir, no son superados los límites críticos, y lleva consigo un registro fiel para su uso futuro en la verificación. El sistema de vigilancia deberá ser capaz de detectar una pérdida de control en el PCC y deberá proporcionar la información a tiempo para que se adopten medidas correctoras con el objeto de recuperar el control del proceso antes de que sea necesario rechazar el producto.

Los datos obtenidos gracias a la vigilancia deben ser evaluados por la persona designada a tal efecto, que deberá poseer los conocimientos suficientes para aplicar las medidas correctoras si son necesarias. Se realizarán pruebas u observaciones programadas para asegurar que se cumplen los pará-

metros establecidos y que las medidas preventivas en cada fase están funcionando.

En muchos casos la vigilancia de un punto crítico puede ser realizada mediante ensayos químicos o físicos (tiempo, temperatura, etc.); cuando esto no sea posible se realizará mediante controles visuales. Los criterios microbiológicos pueden, en todo caso, jugar un papel más importante en la verificación de todo el sistema.

La periodicidad será tal que permita mantener el PCC bajo control permanentemente y su frecuencia estará especificada.

## 12 ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS CORRECTORAS QUE DEBEN INTRODUCIRSE EN CASO DE DESVIACIÓN

Cuando la actividad de vigilancia indica que se han superado los límites críticos establecidos, es preciso introducir las medidas correctoras necesarias, previamente definidas por el equipo A.P.P.C.C., que deberán asegurar que el punto crítico de control (PCC), vuelva estar bajo control.

## 13 ESTABLECIMIENTO DE UN PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Se deben establecer procedimientos para verificar que el sistema A.P.P.C.C. está funcionando correctamente. Los métodos utilizados para la verificación son: métodos de auditoría y vigilancia, procedimientos y ensayos, incluyendo muestreos y análisis aleatorios.

Como ejemplo, las actividades de verificación incluirán:

- Revisión del sistema A.P.P.C.C. y sus registros.
- Revisión de las desviaciones.
- Operaciones para determinar si un PCC está bajo control.

- Validación de los límites críticos establecidos, es decir, analizar que los límites críticos establecidos son alcanzables.

## 14 ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE REGISTRO Y ARCHIVO DE DATOS

El registro y archivo de datos es un elemento esencial para la aplicación del sistema A.P.P.C.C. Este registro debe contener toda la documentación, datos y observaciones referidos a los puntos 1-13 anteriores.

### FORMACIÓN

Uno de los factores clave para una efectiva aplicación del sistema A.P.P.C.C. son los recursos humanos. Por ello, la formación y motivación son elementos muy importantes para llegar a una interpretación común de la aplicación del sistema A.P.P.C.C. en la elaboración de cualquier producto alimentario.

El objetivo es la mejora de la preparación técnica y la motivación del personal de la empresa para que éste sea capaz de hacer frente a sus responsabilidades en las mejores condiciones.

La Directiva 93/43/CEE, de 13 de Junio de 1993, relativa a la higiene de los productos alimenticios (traspuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 2207/1995, de 28 de diciembre de 1995, por el que se establecen las normas de higiene relativas a los productos alimenticios), dedica el apartado X a la formación, dónde se dice que:

*"Las empresas del sector alimentario garantizarán la práctica y la formación de los manipuladores de productos alimenticios en cuestiones de higiene de alimentos"*

## ANEXOS

### A PROCEDIMIENTO DE HOMOLOGACION DE PROVEEDORES

El procedimiento contiene los requisitos mínimos que han de cumplir los proveedores. Cada centro de embalaje y clasifi-

cación definirá además de los aquí mencionados los requisitos que mejor se adapten a sus necesidades.

El contenido del procedimiento puede ser el siguiente:

- a Especificaciones higiénico sanitarias. (Especificaciones de calidad, microbiológicas, químicas, etc.)
- b Documentación acreditativa de los sistemas de control que poseen las empresas proveedoras, tanto de la materia prima como de los envases y embalajes utilizados.
- c Otras especificaciones que quiera incluir el comprador. (Condiciones del transporte de la materia prima, controles analíticos, condiciones de uso, otras.)

### B BUENAS PRACTICAS MANIPULACION

Bajo el concepto de "BUENAS PRÁCTICAS DE MANIPULACIÓN" se incluyen:

- Condiciones generales de higiene (retirada de basuras, colocación de todos los productos sobre palets, etc.)
- Condiciones generales de manipulación (modo de manipulación de los productos, medidas de limpieza a tomar, etc.)
- Requisitos exigibles al personal (vestimenta de los operarios, limpieza de manos, prohibición de fumar, )
- Buenas prácticas en clasificación, embalaje y etiquetado (forma de manipulación del huevo durante el proceso, etiquetado, almacenamiento, etc.)

### C DISTRIBUCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS HUEVOS

Descripción de las condiciones de transporte de los (tan rápidamente como sea posible y mantenidos a una temperatura adecuada; cuidadosamente para evitar roturas y contaminaciones) los vehículos

#### D PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

La limpieza y desinfección de las instalaciones, equipos y utensilios es un proceso que debe estar perfectamente planificado. El programa de limpieza y desinfección debe ser llevado a cabo por personal especializado, conocedor de la importancia de la higiene en cada punto.

Si queremos reducir al máximo el peligro de contaminación a lo largo del proceso de clasificación y embalado del huevo uno de los puntos básicos es establecer un riguroso programa de limpieza y desinfección. Una falta de control de la limpieza y desinfección supone irremediablemente una falta de control en el A.P.P.C.C., y por tanto una falta de efectividad del sistema.

##### PLAN DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

El plan de limpieza y desinfección es un documento que permitirá estandarizar las actividades de limpieza y desinfección de tal forma que se realizan de una manera concreta y siguiendo unas instrucciones emitidas por los responsables correspondientes.

Este plan abarcará todas las áreas de la empresa y en el se incluirán todos los elementos susceptibles de ser limpiados (cámara de miraje, útiles, utensilios, cintas transportadoras, etc.)

El programa de limpieza recogerá los métodos de limpieza empleados para cada elemento (Productos de limpieza a utilizar en cada equipo o área, dosis del producto a emplear en cada caso, método de aplicación, la frecuencia del proceso de limpieza, personal responsable de ejecutar la limpieza, etc.).

Una vez realizado la limpieza y desinfección se debe determinar cual es el método que nos permita analizar si el proceso se ha llevado a cabo correctamente y si se han obtenido los resultados previstos. Cada empresa deberá planifi-

car los objetivos a alcanzar mediante el proceso de limpieza y desinfección y los métodos de control utilizados (control visual o control analítico) así como la frecuencia de dichos controles.

En el caso de que los resultados obtenidos de la verificación emitan resultados desfavorables, deberán plantearse las medidas correctoras y disposición de los productos no conformes.

El programa debe definir los responsables para el diseño del plan, la ejecución de la limpieza y desinfección, control de su cumplimiento y cumplimentación de registros.

#### E CONTROL DE AGUA POTABLE

En los centros de embalaje el agua se utiliza para la limpieza de las instalaciones, equipos y utensilios.

El agua que se utiliza en gran parte de los centros de embalaje es agua proveniente de pozos. Cuando se utilizan aguas de pozo es necesario utilizar un dosificador desinfectante.

La calidad físico-química y microbiológica del agua debe ser óptima para la puesta en marcha de cualquier programa de limpieza y desinfección. El principal peligro sanitario es la utilización de aguas contaminadas microbiológicamente que puede ocasionar la contaminación de instalaciones, equipos y utensilios durante el proceso de limpieza y desinfección.

La empresa debe introducir las medidas preventivas necesarias para controlar este peligro, por ello deberá realizar un plan de muestreo, indicando los puntos de toma de muestra y la periodicidad de las mismas.

Los valores microbiológicos y físico-químicos del agua, así como los métodos de análisis, se encuentran recogidos en el RD 1138/1990, Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas de consumo público.

## F LUCHA CONTRA LAS PLAGAS

Los insectos y roedores constituyen un peligro grave de alteración y contaminación de los alimentos por lo que es necesario adoptar medidas encaminadas a la prevención y, en su caso, a la eliminación de su presencia en las industrias alimentarias. La empresa debe contar con un eficaz sistema de:

- Desinsectación
- Desratización

**10** RD 1334/1999, de 31 de julio, que aprueba la norma general de etiquetado, presentación y publicidad.

**11** RD 2207/1995, de 28 de diciembre, por el que se establece las normas de higiene relativas a los productos alimenticios.

**12** RD 202/2000, de 11 de febrero, por el que se establecen las normas relativas a los manipuladores de alimentos.

**13** RD 1138/1990, de 14 de septiembre, que aprueba la reglamentación técnica sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de aguas potables de consumo público.

---

## Bibliografía

- 1 BORDE-LEKONA, B.: "HACCP/ARICPC: Guía de dudas frecuentes" Alimentaria, Junio 1995, pág.27-31.
- 2 MICROBIOLOGIA DE LOS ALIMENTOS 6 ICMSF. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, 2001
- 3 CAE. Editorial Tecnos. Madrid 1997.
- 4 CÓDIGO DE PRÁCTICAS. Elaborado en nombre de las empresas del huevo del Reino Unido para todos aquellos implicados en la manipulación y almacenamiento de los huevos desde la granja hasta la venta.
- 5 DE GUÍA CÓRDOBA, M., JORDANO, R., CÓRDOBA, J.J.: "El sistema ARPC como medida de aseguramiento de la calidad alimentaria" Alimentación, equipos y tecnología, Septiembre 1998, pág. 127-139.
- 6 ICMSF: "El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos. Su aplicación a las industrias de alimentos" Editorial Acribia. Zaragoza, 1991.
- 7 MORTIMORE, S., WALLACE, C.: "HACCP Enfoque práctico" Editorial Acribia. Zaragoza, 1996.
- 8 REGLAMENTO (CEE) 1274/91 DE LA COMISIÓN de 15 de mayo de 1991 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) 1907/90 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 9 REGLAMENTO (CEE) 1970/90 DEL CONSEJO, de 26 de junio de 1990 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.





# 8

## **El huevo y los ovoproductos: alternativas de desarrollo tecnológico**

D. Jean-Louis Thapon

## 8

## El huevo y los ovoproductos: alternativas de desarrollo tecnológico

Jean-Louis Thapon

*ENSA-INSFA-INRA - Rennes (Francia)*

### 1 INTRODUCCIÓN

Raros son los países del mundo en el que el huevo no forma parte de sus alimentos tradicionales. Se le puede encontrar consumido bajo formas muy variadas, del simple huevo coque de los occidentales al huevo de 100 años de los chinos. Apreciado por sus cualidades nutricionales y gustativas, es asimismo muy utilizado por sus propiedades funcionales: es un ingrediente natural y universal, y ¿qué podríamos hacer en la cocina sin tener unos cuantos huevos en la nevera?.

Tradicionalmente, las empresas agroalimentarias que emplean huevos (pasteleros, galleteros, pastas alimenticias, charcutería, salsas, platos precocinados, ingredientes,...) recibían los huevos en cáscara y los empleaban tras un cascado manual en función de sus necesidades: huevo entero para fabricar "genoise", clara de huevo para las "quenelles", yema para la mayonesa, etc....

En todos los países del mundo, el desarrollo económico del sector agroalimentario se puede caracterizar sobre todo por una gran concentración de empresas. Determinados grupos como Nestlé o Danone se han convertido en multinacionales muy potentes e implantadas en los cinco continentes. En los países en fuerte desarrollo como Brasil, se asiste igualmente a una evolución similar. Para las grandes empresas que emplean huevos, se vuelve en seguida imposible cascar cada mañana a mano los

huevos necesarios para la fabricación del día. La utilización de ovoproductos se hace inevitable. Permite, además de una buena organización de la producción, un mejor control de la calidad y una gran "practicidad".

Paralelamente al desarrollo económico, la normativa agroalimentaria evoluciona. La salud del consumidor se convierte en un asunto primordial y las industrias agroalimentarias no pueden permitirse correr el menor riesgo (problemas de salmonelas, por ejemplo). A corto plazo, se hará casi obligatorio no utilizar huevos en cáscara, sino ovoproductos pasterizados (líquidos, congelados, concentrados, en polvo).

Por todas estas razones el mercado de los ovoproductos está en plena expansión. En Francia no representa más de un 30% aún del total de utilización de los huevos, pero esta proporción está en constante evolución. Es un sector agroalimentario donde las perspectivas de desarrollo económico son relativamente importantes.

## 2 LA INDUSTRIA DE LOS OVOPRODUCTOS: UN SECTOR NUEVO EN PLENA EXPANSIÓN

### 2.1 INTRODUCCIÓN

Se denominan ovoproductos a todas las formas de presentación de los huevos diferentes de los huevos con cáscara. Las más importantes en volumen son los ovoproductos líquidos y los en polvo (clara, yema, entero), con adición o no de ingredientes simples como el azúcar o la sal. Existen igualmente los ovoproductos concentrados y los congelados, pero su proporción es marginal en relación a los tipos precedentes.

### 2.2 LAS VENTAJAS TÉCNICAS DE LOS OVOPRODUCTOS.

#### PROBLEMAS PLANTEADOS.

Cuando un industrial emplea huevo en una receta alimentaria, busca multitud de cualidades: una composición dada (de



clara, de yema o de huevo entero), una calidad microbiológica irreprochable (traducida en seguida por una exigencia sobre la fecha de caducidad) y propiedades funcionales controladas. Todos los esfuerzos de los fabricantes de ovoproductos se dirigen a satisfacer estas exigencias.

### 2.2.1 Control de la composición.

Es sin duda la exigencia del comprador más sencilla de satisfacer. La composición de la clara y de la yema del huevo se mantiene relativamente estable, su composición depende esencialmente de la calidad de la separación. Esta calidad es función de numerosos factores: la frescura del huevo, el tipo de cascadora, la velocidad de cascado. En cuanto a la composición del huevo entero, fabricado por remezcla de la clara y de la yema previamente separadas, depende esencialmente de la relación clara/yema y es posible proponer la que queramos.

### 2.2.2 Control de la calidad microbiológica

El contenido de un huevo puesto por una ponedora sana es estéril si la cáscara está íntegra, y así seguirá durante largo tiempo sin condiciones especiales de conservación. Si además el huevo se conserva en frío (alrededor de 12° C) después de la puesta hasta su transformación, se reduce aún más de forma considerable el riesgo de desarrollo microbiano en los huevos más frágiles por una fisura en la cáscara, por ejemplo. La cadena de frío está aún lejos de ser una práctica habitual. En Francia, es obligatorio para las instalaciones nuevas de ponedoras únicamente.

Por el contrario, en cuanto se elimina la protección natural, el contenido del huevo se contamina inevitablemente (es imposible a nivel industrial realizar un cascado estéril) y su conservación plantea numerosas dificultades.

Si bien la clara del huevo no es un medio muy favorable al desarrollo de los microorganismos dado que es un medio incomple-

to que posee numerosos factores antimicrobianos (lisozima, ovotransferrina, ovomucoide, avidina, etc....) esto es totalmente distinto en el caso de la yema o del huevo entero que son el medio de cultivo ideal para el desarrollo de los microbios.

Después del cascado de los huevos y de separar la clara y la yema, los ovoproductos líquidos obtenidos son inevitablemente contaminados por las bacterias que tienen como origen la cáscara, el material, el medio ambiente, los hombres, etc.... Entre esas bacterias, encontramos frecuentemente las salmonelas, que son parte de la flora banal presente en la superficie de las cáscaras.

A fin de controlar la calidad microbiológica de los ovoproductos, será por tanto necesario:

1. Limitar su contaminación inicial
2. Eliminar toda o parte de la flora de contaminación
3. Impedir su crecimiento por distintos medios de estabilización

#### 2.2.2.1 Limitar la contaminación inicial

Aparte de las buenas prácticas higiénicas (limpieza y desinfección de material, higiene del personal, respecto del sentido de la marcha, etc....) una forma eficaz de limitar la contaminación del ovoproducto es la limpieza y la desinfección de las cáscaras. La eliminación de la flora superficial por cepillado, lavado, desinfección y secado de los huevos va a reducir considerablemente la carga microbiana del ovoproducto. Realizada en algunos países en la granja, necesita sin embargo seguir una cadena de frío estricta y limitar el tiempo de conservación del huevo ya que la cutícula no puede jugar su papel de barrera protectora. En Francia, el lavado de los huevos está prohibido al nivel de la producción y la venta de huevos en cáscara, pero autorizada justo antes del cascado.

#### 2.2.2.2 Eliminar toda o parte de la flora microbiana.

Entre las características de las proteínas del huevo, su termoestabilidad es seguramente la que tendrá más consecuen-

cias para el tecnólogo. Las proteínas de la clara, las más sensibles al calor, comienzan a desnaturalizarse a los 57° C, lo que significa que no es posible esterilizar los ovoproductos como se hace con la leche o los zumos de frutas. Sin embargo, los tratamientos de control bacteriano de los ovoproductos más eficaces siguen siendo los tratamientos térmicos, y entre ellos la pasterización.

Los tratamientos aplicados (pares tiempo-temperatura) van a depender de multitud de factores:

- Características físicas del producto (extracto seco, viscosidad).
- Fecha de caducidad deseada: de algunos días a menos de 4°C para los ovoproductos líquidos en granel (1 tonelada) y destinados a industrias agroalimentarias, a varias semanas (7-8 a menos de 4°C) para los ovoproductos en envases pequeños (1-2 kg.) y destinados a artesanos pasteleros y cocineros, restaurantes, pequeñas colectividades, a varios meses a temperatura ambiente para los productos concentrados por tecnologías de membrana (ultrafiltración) y con adición de azúcar o sal.
- De la funcionalidad deseada (propiedades espumantes de la clara de huevo, por ejemplo), el tratamiento térmico tiene la mayor parte de las veces un efecto negativo sobre las propiedades funcionales.

En todo caso, el objetivo a tener presente es una destrucción total de los gérmenes patógenos y en particular las salmonelas y la garantía de conservación del producto justo hasta el fin de la fecha de caducidad.

Los materiales empleados para la pasterización de los ovoproductos son intercambiadores de calor de placas o de tubos de concepción clásica. Los baremos de pasteurización son del orden de 65°C durante 6-8 minutos para el huevo entero. Existe igualmente maquinaria específica, del tipo de tubo conductor de corriente, el calentamiento óhmico o tubular concéntrico que permite tratamientos a más alta temperatura durante un tiempo más corto (70°C-100 segundos, por ejemplo). Este tipo de tratamiento, segui-

do de un adecuado envasado ultralimpio, permite la obtención de ovoproductos de larga conservación.

Pueden emplearse igualmente otras técnicas de descontaminación: la ionización de la clara congelada o en polvo es una técnica eficaz con pocos efectos secundarios, la clara de huevo no contiene materia grasa; por contra, los irradiadores no son muy numerosos y el tratamiento cuesta caro. A la inversa, el tratamiento térmico de los ovoproductos en polvo es una técnica muy empleada porque requiere poca inversión: consiste en mantener en cámara de calor (65-70°C-10 días) el polvo de huevo, lo que permite asegurar la destrucción de los patógenos y de una gran parte de la flora banal. Algunos emplean también el mismo tipo de tecnología (48 horas a 52°C) para descontaminar los ovoproductos líquidos en pequeños envases y en particular las mezclas de clara y yema (Brevet SICA, 1989). Es igualmente posible llegar a una esterilización completa de la clara del huevo por tratamiento en estufa después del envasado (Brevet LIOT, 1996). La utilización de altas presiones (varios miles de bares) puede igualmente revelarse interesante para la eliminación de los microorganismos de los ovoproductos como en el caso de líquidos frágiles, pero aún no tiene un desarrollo industrial por el momento.

Finalmente, la técnica de los campos pulsantes está actualmente en estudio a nivel de laboratorio, pero podría revelarse interesante en particular en lo que se refiere al tratamiento de la clara líquida.

### 2.2.2.3 Evitar el desarrollo de la flora contaminante.

Pueden emplearse diferentes técnicas de estabilización para obtener ovoproductos de larga conservación. Estas son con frecuencia tecnologías clásicas, que no requieren de un material específico. Entre estas técnicas de estabilización podemos citar:

- La concentración por ultrafiltración u ósmosis inversa seguida de adición de azúcar o sal. Esta tecnología se aplica esen-

cialmente al huevo entero y permite obtener una especie de "confitura de huevo" que se conserva varios meses a temperatura ambiente. Este producto no ha tenido nunca un desarrollo importante.

- La congelación rápida que tiene consecuencias importantes sobre la yema y el huevo entero, entraña una gelificación irreversible del producto y una modificación de sus propiedades funcionales. Sobre la clara, los efectos son menos importantes. Este método de estabilización es en la práctica poco empleado ya que los tiempos de descongelación del ovoproducto son relativamente largos con riesgos de desarrollo microbiano elevados.
- El secado, que permite obtener ovoproductos en polvo. Es la forma de conservación más fácil, más larga y la más flexible. Además, como hemos dicho, la pasterización del polvo permite controlar bien la calidad bacteriológica de los productos finales. La fabricación de ovoproductos en polvo se ha desarrollado en todo el mundo y algunos países solo emplean ovoproductos en esta forma. La tecnología empleada es el secado por atomización en secadores horizontales o verticales. Los baremos empleados son inferiores a los de la leche a causa de la fragilidad de las proteínas del huevo. En lo que respecta al secado de la clara, el ovoproducto más sensible, es necesario previamente eliminar el azúcar a fin de evitar las reacciones de Maillard. Esto se puede hacer por fermentación controlada o mediante el empleo de la enzima glucosa oxidasa+catalasa. El secado por liofilización no se emplea para los ovoproductos.

### 2.2.3 Control de las propiedades funcionales

Este es el punto más difícil y seguramente el campo en el que más trabajo queda por hacer. Es también un aspecto esencial ya que el huevo es a menudo empleado por las industrias agroalimentarias por sus propiedades funcionales.

Cualquiera que sea el tipo de ovoproducto fabricado y la tecnología empleada, el control de la materia prima así como del proceso son esenciales. Huevos de mala calidad, uno o dos grados más en el pasterizador o una bomba defectuosa pueden provocar la alteración de las capacidades emulgentes o espumantes. Pero cualquiera que sea el conocimiento del fabricante, es difícil obtener un producto con las propiedades funcionales exactamente iguales a las del huevo en cáscara. Esto es especialmente cierto en el caso de del poder espumante de la clara, las propiedades emulsionantes de la yema son menos sensibles a los tratamientos tecnológicos.

Investigadores e industriales trabajan conjuntamente sobre la conservación o mejora de las propiedades funcionales de los ovoproductos. Entre los asuntos estudiados, podemos destacar: la eliminación de los restos de yema en la clara (los lípidos de la yema disminuyen el poder espumante), el tratamiento térmico de la clara en polvo para mejorar la firmeza de los geles obtenidos por coagulación térmica, el empleo de aditivos como el trietil citrato y la goma xantana que permiten recuperar una parte de las propiedades espumantes perdidas en el curso del tratamiento térmico de la clara, el tratamiento por altas presiones, etc.

### 2.2.4 Conclusión

Aunque la industria de los ovoproductos es aún una industria joven, los ovoproductos destinados a la industria agroalimentaria deben tener un nivel de calidad global que les permita responder a la mayoría de los protocolos de los usuarios. El empleo de huevos en cáscara es de hecho cada vez más raro y solamente los pequeños industriales continúan cascando huevos. Esta práctica habrá desaparecido por completo dentro de unos años bajo la presión de la normativa que impone cada vez más la utilización de ovoproductos pasterizados. Además, el aspecto práctico de los ovoproductos es igualmente un extraordinario motor de su desarrollo.

### 2.3 LOS OVOPRODUCTOS EN LA RESTAURACIÓN

Son ovoproductos más novedosos que los precedentes y un mercado que está en pleno desarrollo. En efecto, en todos los países el número de comidas que se sirven fuera del hogar crecen con el desarrollo económico: restauración rápida, comedores de empresa, escolares, de hospitales, etc. La demanda está en constante crecimiento tanto más cuanto este tipo de restauración debe ofrecer a sus clientes productos perfectamente sanos y seguros bajo un punto de vista nutricional, pero, sobre todo, higiénicos. Así, cuando se cascan el huevo por sí mismos tienen gran riesgo de contaminación del producto por la flora de la cáscara y por tanto aumenta fuertemente el riesgo de intoxicación alimentaria. Este riesgo se hace casi nulo cuando se emplean ovoproductos industriales. Además, la regularidad de su calidad su aspecto práctico, y su gran variedad son otros de los aspectos para el usuario.

Entre los ovoproductos destinados a la restauración se pueden citar los principales:

- Ovoproductos líquidos, pasterizados, con aditivos o no, y presentes en pequeños envases (1 a 5 kg.). Son productos de gran calidad con una fecha de consumo relativamente larga (hasta 7 semanas).
- Ovoproductos cocinados, entre los que se pueden citar:
  - Huevos duros pelados conservados en salmuera
  - Huevos duros pelados conservados en atmósfera controlada
  - Huevos duros en barra para hacer lonchas perfectamente regulares
  - Cubos de huevo para ensalada
  - Huevos mimosa
  - Huevos pasados por agua
  - Huevos escalfados
  - Tortilla francesa

- Tortilla con otros ingredientes
- Claras a punto de nieve
- etc....

Para la fabricación de todos estos productos las tecnologías existentes no ofrecen problemas especiales.

### 2.4 LOS USOS NO ALIMENTARIOS

El huevo es un producto muy completo puesto que posee todos los elementos necesarios para el desarrollo armonioso de un pollito. Las proteínas del huevo en particular (proteínas de la clara y proteínas de la yema) son de una excelente calidad y se han elegido como proteínas de referencia desde un punto de vista nutricional. Además, numerosas proteínas del huevo tienen propiedades biológicas en las que su papel no está completamente definido del todo hoy en día.

La extracción, la purificación y la valorización de la lisozima se hace ya a nivel industrial desde hace decenas de años. La lisozima se emplea por sus propiedades antibacterianas esencialmente en farmacia para luchar en particular contra las infecciones de garganta. En la industria agroalimentaria determinados países utilizan la lisozima como conservante. Esta es la única proteína del huevo que tiene hoy en día una valorización industrial. Es lo mismo que ocurre con la lecitina, extraída desde hace años por sus propiedades emulsionantes y nutricionales.

Tecnólogos, bioquímicos, médicos y nutricionistas se interesan sin embargo por otras proteínas del huevo. Entre las principales se pueden citar: la ovotransferrina (equivalente a la lactoferrina de la leche) por sus propiedades quelantes del hierro, la ovomucina como fuente de glicopéptidos, la avidina como posible quelante de la biotina, la fosvitina por su riqueza en fósforo y de una forma general, en minerales, las inmunoglobulinas, etc. Por el momento, estas fracciones representan perspectivas de valorización más que una realidad industrial.

## 2.5 EL ASPECTO NUTRICIONAL

El huevo, bajo forma de huevo en cáscara o de ovoproducto es un alimento apreciado. Muy completo, enriquecido de forma natural, posee proteínas de excelente valor nutricional, es rico en ácidos grasos insaturados y muy rico en fosfolípidos. En fin, es un cóctel de vitaminas, minerales y oligoelementos. Además, la composición del huevo en cáscara es relativamente constante y conserva sus cualidades nutricionales durante largo tiempo. Finalmente, el huevo posee además características organolépticas interesantes ligadas sobre todo a sus materias grasas que son poderosas fijadoras de aromas.

En numerosos países se observa actualmente un importante desarrollo de las producciones alternativas de huevos de consumo: huevos obtenidos al aire libre o en parques, huevos de granja, huevos biológicos, etc.... Es casi imposible demostrar diferencias de composición o de cualidades gustativas entre esos huevos y los huevos obtenidos a partir de granjas de ponedoras en batería. Su precio de venta es sin embargo claramente superior y el consumidor acepta pagar ese precio porque para él es una garantía de cría más natural, de mejores condiciones de vida para el animal, de protección del medio ambiente., etc...

Desde hace varios años podemos encontrar sin embargo huevos de composición modificada esencialmente por la alimentación de la gallina: huevos de bajo colesterol (menos de un 25%), huevos enriquecidos en vitaminas o en ácidos grasos poliinsaturados (DHA y EPA).

En lo que respecta a los ovoproductos, es mucho más fácil modificar su composición y hace tiempo que los americanos ofrecen al consumidor productos derivados del huevo que sin embargo no son más que sucedáneos y no presentan muchos puntos en común con los huevos en cáscara. Solo las proteínas de la clara están presentes, pero toda la parte lipídica ha sido sustituida por grasas vegetales o emulsionantes.

## 3 CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.

Contrariamente a lo que sucede en otros sectores agroalimentarios, que han conocido su "revolución tecnológica" ya hace muchos años, como el sector lácteo por ejemplo, el sector del huevo y los ovoproductos está iniciando su cambio.

De entrada, en un país como Francia es evidente que la parte de huevo en cáscara empleados por la industria va a disminuir en beneficio de los ovoproductos. En los próximos años, la parte de ovoproductos deberá suministrar un 40%, con un desarrollo importante de los productos para la restauración y el huevo en polvo.

Actualmente las investigaciones realizadas en el sector del huevo pueden agruparse en tres temáticas: la mejora de la calidad higiénica, la mejora de las propiedades funcionales y la mejora y el fraccionamiento de las proteínas. Las dos primeras interesan de forma particular a las industrias productoras de ovoproductos ya que concentran lo esencial de sus preocupaciones cotidianas.

En numerosos países la industria de los ovoproductos está aún en su inicio o es inexistente. Pero de cara a la concentración del sector agroalimentario, con el desarrollo de la restauración fuera del hogar y la evolución de la reglamentación es seguro que este sector va a conocer en los próximos años profundas modificaciones. Habrá oportunidades para que las aprovechen quienes acepten tomar esta alternativa de desarrollo tecnológico.



# 9

## Los ovoproductos: tipos y procesos de obtención

Dra. Reyes Pla Soler

# 9

## Los ovoproductos: tipos y procesos de obtención

Dra. Reyes Pla Soler

*Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos  
Universidad Autónoma de Barcelona.*

### 1 INTRODUCCIÓN

Los huevos son un alimento básico para el hombre debido a su valor nutritivo y a su versatilidad y utilidad en las preparaciones culinarias y, además, todo ello a un moderado precio.

A pesar de ello, el consumo de huevo cáscara en España y en la mayoría de países occidentales ha sufrido en los últimos años un descenso importante, por contra, el aumento en la producción de ovoproductos es constante.

En el año 2000, el consumo de huevos en España fue de 223 huevos cáscara por persona, mientras que en 1987 se alcanzó la cifra de 300. Por regiones, el mayor consumo se da en la cornisa cantábrica y Castilla-León, mientras que Cataluña, Levante y Andalucía se encuentran en el otro extremo.

La mayor parte de la producción española se destina al consumo de huevo fresco (85%), de los cuales el 75% es en hogares y el 25% en restauración e instituciones; el 15% restante de la producción va destinada a la industria de ovoproductos. Los principales países europeos productores de ovoproductos son Francia, Alemania, Bélgica, Holanda e Italia. En Francia más de un 26% de la producción de huevos va destinada a la obtención de ovoproductos, en 1999. En España, el 15%. En el ámbito mundial, EEUU encabeza la lista con una cifra próxima al 35%,

también está Brasil y China con unas perspectivas de futuro impresionantes.

Los huevos recién puestos son estériles interiormente, aunque algunos estudios describen contaminaciones por *Salmonella enteritidis* durante el proceso de formación en el oviducto (con una incidencia del 0,03%). Sin embargo, la contaminación exterior acaecida en el momento de la puesta y favorecida por los sistemas de recogida, manipulación y transporte, hace que el proceso de elaboración del ovoproducto sea un factor crítico para asegurar la inocuidad de los productos elaborados. Además, la composición misma del huevo, hace que este sea un medio muy favorable para el desarrollo de cualquier microorganismo que pudiera llegar a él, o sea procedente del mismo.

### 2 DEFINICIÓN

La legislación vigente define a los ovoproductos como "los productos obtenidos a partir del huevo, de sus diferentes componentes o sus mezclas, una vez quitadas la cáscara y las membranas y que están destinadas al consumo humano; podrán estar parcialmente completados por otros productos alimenticios o aditivos; podrán hallarse en estado líquido, concentrado, desecado, cristalizado, congelado, ultracongelado o coagulado".

### 3 VENTAJAS DE LOS OVOPRODUCTOS

- Calidad nutricional
- Propiedades funcionales
- Seguridad microbiológica
- Reducción de costes (manejo, transporte, listos para usar...)
- Facilidad de empleo y almacenamiento
- Estabilidad y uniformidad del producto
- No equipamiento especial
- Facilidad en las operaciones de limpieza



- Residuos mínimos
- Asequibles económicamente

#### 4 TIPOS DE OVOPRODUCTOS

La gama de productos es muy amplia y se puede clasificar por distintos criterios:

- Por sus componentes
  - Primarios (Líquidos): Huevo entero, yema, clara, y mezclas diversas
  - Secos: Concentrados (20-25% de humedad) o deshidratados (3-5% de humedad)
  - Compuestos: Incorporan otros ingredientes distintos, pero los procedentes del huevo han de suponer un 50% como mínimo. Un ejemplo es la tortilla de patata.
- Por su forma física y tratamiento
  - Líquidos frescos/refrigerados, pasteurizados o no pasteurizados
  - Líquidos concentrados, pasteurizados o no pasteurizados
  - Congelados (normalmente ultracongelados)
- Por su modo de empleo
  - Ingredientes. Utilizados como materias primas para elaborar otros alimentos (PAI) o determinados productos industriales.
  - Productos de valor añadido. Preparados precocinados en los que el huevo es ingrediente exclusivo o principal.
  - Componentes aislados separados por fraccionamiento de la yema o de la clara.
- Por la duración de su vida comercial
  - Corta: Ovoproductos líquidos pasteurizados convencionalmente (5-12 días, según sea la temperatura de refrigeración).
  - Intermedia: Líquidos ultrapasteurizados (4-6 semanas) y concentrados (varios meses, a temperatura ambiente)

- Larga: Ovoproductos desecados y congelados (hasta 1 año). Desecados o deshidratados, ya sea por calor o por liofilización

#### 5 CLASIFICACIÓN

Según la International Egg Commission, IEC

La gama de productos es muy amplia y se puede clasificar por distintos criterios:

##### A. HUEVO ENTERO

- A01 Huevo entero refrigerado
- A02 Huevo entero refrigerado con sal
- A03 Huevo entero refrigerado con azúcar
- A04 Huevo entero refrigerado, larga duración
- A10 Huevo entero congelado
- A11 Huevo entero congelado con sal
- A12 Huevo entero congelado con azúcar
- A13 Huevo entero congelado con ácido cítrico
- A14 Huevo entero congelado con yema añadida
- A20 Huevo entero deshidratado
- A21 Huevo entero deshidratado sin glucosa
- A22 Huevo entero deshidratado con fluidificante
- A23 Mezclas de huevo entero deshidratado

##### B. YEMA

- B01 Yema refrigerada
- B02 Yema refrigerada con sal
- B03 Yema refrigerada con azúcar
- B04 Yema refrigerada de larga duración
- B10 Yema congelada
- B11 Yema congelada con sal
- B12 Yema congelada con azúcar
- B13 Yema congelada con azúcar invertido
- B20 Yema deshidratada

- B21 Yema deshidratada con fluidificante
- B22 Yema deshidratada sin glucosa (estabilizada)
- B23 Yema deshidratada con azúcar
- B24 Mezclas de yema deshidratada

#### C. ALBUMEN

- C01 Albumen refrigerado
- C02 Albumen refrigerado con sal
- C03 Albumen refrigerado con azúcar
- C04 Albumen refrigerado de larga duración
- C10 Albumen congelado
- C11 Albumen congelado con sal
- C12 Albumen congelado con azúcar
- C20 Albumen deshidratado polvo
- C21 Albumen deshidratado instantáneo
- C22 Albumen deshidratado en escamas

#### D. HUEVOS COCIDOS

- D01 Huevos cocidos refrigerados sin pelar
- D02 Huevos cocidos refrigerados pelados
- D03 Huevos cocidos para ensalada refrigerados y pelados
- D04 Huevos cocidos en salmuera refrigerados pelados
- D05 Huevos cocidos troceados y refrigerados
- D10 Huevos cocidos troceados y congelados
- D11 "Huevo largo" congelado (long egg)
- D20 Huevos escalfados refrigerados
- D30 "Scottish eggs" refrigerados

#### E. HUEVOS REVUELTOS

- E01 Huevos revueltos refrigerados
- E02 Huevos revueltos refrigerados de larga duración
- E03 Mezcla refrigerada para huevos revueltos
- E04 Huevos revueltos cocidos y refrigerados
- E10 Huevos revueltos congelados
- E11 Mezcla congelada para huevos revueltos

- E12 Mezcla congelada para cocción en bolsa
- E20 Huevos revueltos deshidratados
- E30 Huevos fritos refrigerados
- E31 Huevos fritos congelados
- E40 Tortilla refrigerada
- E41 Tortilla con relleno, refrigerada
- E50 Tortilla congelada
- E51 Tortilla con relleno, refrigerada
- E50 Tortilla con relleno, congelada
- E60 Mezcla para "quiche" refrigerada
- E61 "Quiche" refrigerada lista para consumo
- E62 Mezcla para "quiche" congelada
- E63 "Quiche" congelada lista para consumo

#### H. VARIOS

- H01 Mezcla refrigerada para "creppes"
- H02 Mezcla refrigerada para "creppes", de larga duración
- H03 Masas con huevo refrigeradas
- H04 Masas con huevo congeladas

## 6 ELABORACIÓN DE OVOPRODUCTOS

El consumo de huevo fresco entraña un peligro potencial intrínseco mínimo, dependiendo más de la manipulación y conservación en el momento de la preparación del alimento. Sin embargo, los procesos aplicados para la obtención de los ovoproductos pueden favorecer, si no se aplican unas técnicas correctas, la presencia de un elevado número de microorganismos que deberá ser reducido mediante un proceso adecuado de pasterización.

Los procesos que se realizan en una planta de ovoproductos a partir de huevo líquido son comunes a muchos tipos de productos y se explican a continuación. Más adelante se comentarán los procesos específicos de deshidratación, congelación, etc.

## 6.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE HUEVO LÍQUIDO

### Recogida y transporte hasta la planta. Almacenamiento

La recogida inmediata tras la puesta y la disminución de la temperatura interna del huevo son factores clave para obtener un buen producto. En algunos países la refrigeración de los huevos desde el momento de la puesta es ya obligatoria, en EEUU, la temperatura máxima en almacenamiento y transporte es de 7,2°C. Incluso, para el huevo de consumo en fresco se está llevando a cabo la refrigeración inmediata mediante duchas de CO<sub>2</sub>, pues se ha visto que la refrigeración del producto ya envasado y en los pallets convencionales es deficiente y se prolonga hasta 3 días el tiempo necesario para alcanzar la temperatura deseada. Además, la separación de la yema y la clara es más fácil si su temperatura es más baja.

### Selección de los huevos

Consiste en la eliminación de todos aquellos huevos no aptos para su procesado, bien por su extrema suciedad, bien por hallarse rajados o rotos, etc. Los huevos que utilizan las plantas industrializadoras no tienen necesariamente que hallarse clasificados por su peso. De adquirirse sin clasificar resultan más baratos, aunque haya plantas que prefieran que al menos se encuentren dentro de un intervalo determinado de peso para facilitar el trabajo de las máquinas rompedoras. Los huevos con grietas, una vez en la máquina cascadora, no producen una abertura limpia y suelen caer trozos de cáscara en el canal de producto líquido, aumentando mucho la contaminación microbiana y los restos de cascarilla que darán problemas en los filtros, etc...

### Limpieza

Es una etapa obligatoria en la obtención de ovoproductos en todos los países (no así para el huevo fresco). Consiste en la aplicación de agua a presión sobre los huevos, a una cierta temperatura y con la ayuda de detergentes y desinfectantes. Las máquinas disponen de

unos rodillos de diseño especial que favorecen la limpieza por todos los lados. Después del lavado se debe realizar un enjuagado con agua limpia y el secado completo del huevo. El agua es un magnífico medio de contaminación pudiendo favorecer la penetración de microorganismos a través de los poros de la cáscara.

Los requisitos para un lavado correcto son:

- mantener siempre muy limpia la lavadora y el material complementario, desinfectándose todo al final de cada jornada laboral. El agua de lavado debe cambiarse con frecuencia, se recomienda hacerlo cada 4 horas.
- la temperatura del agua debe ser al menos de 12 a 17°C más alta que la del huevo para que su contenido tienda a expansionarse en vez de contraerse, impidiendo que penetre la suciedad de la cáscara. Una temperatura entre 43° y 49°C es la más correcta. Temperaturas mayores pueden causar grietas y si el período de lavado se prolonga el huevo puede quedar ligeramente cocido, temperaturas superiores a 55ª son muy peligrosas.
- utilizar un detergente-desinfectante, como los amonios cuaternarios y el hipoclorito.
- enjuagar los huevos correctamente y, por último, secarlos bien antes de la siguiente operación, no pueden llegar húmedos a la cascadora.

### Examen al trasluz o miraje

Su finalidad es la de separar todos aquellos huevos de mala calidad, por manchas de sangre de gran tamaño, podridos, por vejez manifiesta, agrietados, etc., es el cuello de botella ya que hasta ahora se hacía de forma manual. Actualmente varias empresas fabricantes de equipos disponen de máquinas que hacen la selección electrónicamente.

### Cascado

Hoy en día existen máquinas con capacidad de rotura muy amplia desde 5000 huevos/hora hasta otras capaces de romper

110.000 huevos/hora, separándose las cáscaras y desviándose yemas y claras por dos circuitos diferentes, aunque algunas empresas no las separan y sólo venden huevo líquido entero. Es una operación muy delicada que requiere un seguimiento personal permanente para el ajuste de los automatismos. Es imprescindible un supervisor en cada máquina para separar cualquier resto de cáscara que haya podido ir a parar a los canales de recogida del líquido. Hay dos tipos de diseño: uno circular, con 1 ó 2 pisos de cazuelillas en continuo, y otro longitudinal con 12 filas de cazuelillas por línea.

Los fabricantes de los equipos incorporan un sistema de detección del paso de yema a la corriente de albumen, de manera que si se detecta la presencia de yema se rechaza el contenido de aquella cazuelilla. La razón del interés de minimizar la presencia de yema en albumen se debe a que se ha demostrado que la grasa libre disminuye la capacidad espumante de las proteínas del albumen.

Otra mejora reciente del proceso, consiste en un sistema para la recuperación de los restos de albumen y chalazas que quedan enganchadas a las cáscaras, llegándose a recuperar una cantidad de albumen importante. El sistema consiste en un tubo que corre por debajo de la zona donde se encuentran las cáscaras abiertas y vacías, a través de este tubo se realiza una succión del material que aún quede en el interior del huevo. Además, este proceso proporciona cáscaras más secas.

A partir de este punto, los productos resultantes siguen caminos divergentes, según el destino que se prevea para las yemas y las claras, separadas o mezcladas, con la finalidad de poder ofrecer al fabricante de alimentos un producto que se ajuste a sus necesidades. Por su parte, las cáscaras separadas pueden seguir un proceso de secado con el fin de disminuir la proliferación microbiana y facilitar su eliminación.

### Filtrado

Esta operación es fundamental para las etapas siguientes: homogeneización y pasteurización y en la estandarización de los

productos: se eliminan las pequeñas partículas de cáscara y las chalazas. Suele ser un cuello de botella y un punto de aumento de la contaminación microbiana. En la actualidad se dispone de filtros autodeslodantes muy eficaces.

### Refrigeración

La refrigeración (3-4°C) sólo es necesaria si el producto líquido no pasa inmediatamente al pasteurizador, sin embargo es habitual en todas las empresas disponer de un volumen de producto para asegurar el trabajo continuo de la planta.

### Homogeneización

Antes del tratamiento de pasteurización se somete a una ligera homogeneización para poder aplicar las condiciones de pasteurización más idóneas. La viscosidad es un parámetro importante para su comportamiento en el pasteurizador.

### Pasteurización

La pasteurización es obligatoria en todos los países. Las condiciones de la misma se fijan en la destrucción de distintas cepas de Salmonella. Se ha utilizado muy frecuentemente Salmonella Senftenberg, una de las más termorresistentes de este género para establecer las combinaciones de temperatura y tiempo. Por ejemplo, en Francia fijan como mínimo 64,4°C y 2,5 minutos para huevo entero y yema. El albumen, mucho más sensible a la acción de la temperatura, no puede sobrepasar los 58°C, en cambio la yema, con más sólidos en su composición permite tratamientos más fuertes. Con la adición de ciertas sustancias como sal, azúcar, dextrinas... se puede someter a un mayor tratamiento térmico protegiendo las propiedades funcionales. Algunos ejemplos de tratamientos propuestos por la FDA son:

<i>Albumen (sin aditivos)</i>	<i>56,6°C / 3,5 min ó 55°C / 6,2 min</i>
<i>Huevo entero</i>	<i>60°C / 3,5 min</i>

<i>Huevo entero con sal (2%)</i>	<i>62,7°C / 3,5 min</i>
<i>Yema con azúcar (2%)</i>	<i>62,7°C / 3,5 min</i>
<i>Yema con sal (2-12%)</i>	<i>61,6°C / 6,2 min</i>

Un factor clave a la hora de la elección del equipo y los tratamientos a aplicar es la búsqueda de aquellas condiciones que aseguren una pasteurización eficaz sin producir la coagulación de las proteínas, acarreado la consiguiente pérdida del producto y los problemas de limpieza colaterales.

En EEUU todavía está vigente el "añejo" manual de pasteurización "Egg products pasteurization manual" de 1969, si bien no tardará mucho en presentarse una nueva edición del mismo que incorporará propuestas de mejora para la optimización del proceso teniendo en cuenta los cambios que ha sufrido la industria productora de huevos. Así, se ha demostrado que *Salmonella enteritidis* es más termorresistente a pH neutro que a pH alcalino. Los sistemas de producción de huevos actuales permiten la llegada de huevos muy frescos a las plantas de ovoproductos con lo que el pH del albumen es demasiado bajo.

Los equipos de pasteurización utilizados pueden ser los intercambiadores de placas o tubulares donde se alcanza la temperatura adecuada y seguidamente el producto pasa a los tubos de retención para conseguir el tiempo requerido.

### Enfriado

Su misión es la de reducir rápidamente su temperatura a +4°C, envasándose y o bien almacenándose durante un tiempo reducido para su acondicionamiento final.

### Envasado

Si el ovoproducto está destinado para su venta en forma líquida, el sistema de envasado es muy importante para evitar su recontaminación. Puede ser en bolsas, envases plásticos o de acero inoxidable, con volúmenes desde 1 litro (PurePack) hasta industriales de 1000 kg. El envasado puede ser aséptico, con lo

que la vida útil del producto se alarga mucho.

El producto líquido y pasteurizado obtenido puede someterse a otros procesos de transformación para mejorar su conservación: congelación, concentración y deshidratación, principalmente.

## 7 CONGELACIÓN

Previamente a la congelación, la masa a ser tratada -huevo entero o bien yemas o claras por separado- debe ser envasada en bidones de latón o bolsas de plástico, generalmente de un peso inferior a 20 kg. La congelación se realiza en cámaras a baja temperatura -35-40°C, no requiriéndose más de unas 8 o 10 horas para alcanzarla con tal de que los bidones se hallen dispuestos de forma que faciliten la circulación del aire frío, o bien mediante tambores giratorios obteniéndose escamas de huevo o sus fracciones, lo cual resulta muy útil para su manipulación y dosificación.

La conservación de los ovoproductos congelados tiene lugar a temperaturas entre -15 y -18°C, en función del periodo de almacenamiento previsto. De todas formas, si bien a estas temperaturas no puede existir ningún crecimiento bacteriano, lo delicado es la descongelación -ya por parte del cliente-, en cuyo momento, de no tomarse las adecuadas precauciones es muy posible una recontaminación de la masa.

La duración del almacenamiento de los ovoproductos congelados puede prolongarse durante un año o más, aunque se tienda a reducirla debido al elevado coste que supone. Con ciertas preparaciones se aconseja que tenga lugar, como mínimo, durante 5 a 8 semanas con objeto de conseguir una "maduración" del producto y un aumento de su viscosidad.

La descongelación se debe realizar en dos fases, una primera rápida hasta alcanzar los 0°C y una segunda fase más rápida en baño de María a 40-45°C. La albúmina congelada puede presentar problemas de separación de dos fases en la descongelación por coagulación de algunas fracciones proteicas.

## 8 CONCENTRACIÓN

La concentración de los ovoproductos puede realizarse por evaporación al vacío, consiguiéndose un extracto seco del 40% para el huevo entero y un 20% para el albúmen, pero las propiedades funcionales pueden verse mermadas fácilmente.

Más recientemente han aparecido concentrados mediante membranas: ultrafiltración a través de membrana minerales u orgánicas (donde se elimina agua y componentes de bajo peso molecular), y la ósmosis inversa (donde se elimina agua mediante presiones elevadas). El primer sistema es el más utilizado. Al producto concentrado se le adiciona sal o azúcar, con lo que el producto se puede conservar a temperatura ambiente durante varios meses.

## 9 DESHIDRATACIÓN

Es el sistema más antiguo y que más se ha utilizado en los últimos años (pues no necesita condiciones especiales de almacenamiento), ocupa el primer puesto en volumen de producto fabricado en todo el mundo. Desde el punto de vista económico, los ovoproductos desecados presentan ventajas sobre los congelados por reducir los gastos de transporte, permitir una conservación más simple y poder ser utilizados muy cómodamente. Su reconstitución al estado líquido para ser mezclados con otros ingredientes, en general, no presenta muchos problemas, si bien en ciertas formulaciones puede ser problemático. La adición de ciertos aditivos mejora la manipulación (sílice coloidal, fosfato tricálcico) y comportamiento del producto (lauril sulfato sódico, citratos, desoxicolato de sodio).

Se utilizan torres de atomización horizontales, en las cuales la masa a tratar es sometida a la acción de una fuerte corriente de aire filtrado y a una temperatura de entrada de unos 160°C para la albúmina y de unos 180-200°C para la yema. También se puede realizar en bandejas o en cilindros giratorios. Del secado se obtiene un producto que debe ser envasado inmediatamente al vacío

para evitar que, por su higroscopicidad, vuelva a cargarse parcialmente de humedad. El ambiente del local del envasado debe ser rigurosamente controlado con una sobrepresión interior para evitar la entrada de microorganismos. En algunos países, una vez el producto ya envasado se somete a una pasteurización a baja temperatura (60-65°C) por tiempo prolongado 10-15 días, a este proceso se le llama "hot-room" o "hot-bag".

El albúmen y, a veces también el huevo entero y la yema, previo a la deshidratación, debe someterse a un proceso de eliminación de la glucosa libre para evitar las reacciones de pardeamiento no enzimático que se producirían en el proceso de secado y que seguirán durante el almacenamiento prolongado. Las consecuencias serían: oscurecimiento del producto, disminución de la solubilidad, disminución del poder espumante del albúmen, e incluso olores desagradables. Otro inconveniente se debe a la reacción adversa entre la glucosa y la cefalina (fosfolípido de la yema) que ocasiona cambios de olor y gusto, además de una pérdida importante del color de la yema.

### Eliminación de glucosa

**Fermentación bacteriana "natural".** Durante 3-7 días con la contaminación natural, la disminución del pH favorece la desnaturalización de la ovomucina que flocula en superficie y puede eliminarse. Al prolongarse la proteólisis el pH se alcaliniza dando olores desagradables. Presenta riesgos bacteriológicos y organolépticos.

**Fermentación bacteriana controlada.** En 24 horas y con diferentes cepas de *Streptococcus* y *Lactobacillus* se consigue eliminar la glucosa del huevo entero. En general, esta técnica da un producto con buenas propiedades funcionales y microbiológicas.

**Fermentación por levaduras.** Se utiliza mucho *Saccharomyces cerevisiae*. Para albúmen en 2-4 horas es eficaz, rápido y barato, pero en huevo entero da gustos anómalos durante la conservación. A pH: 6-7 y 30°C. Una vez eliminada la glucosa, se refrigera y centrifuga para eliminar las levaduras y se pasteuriza. Se mejora la capacidad espumante del albúmen contaminado con yema.

**Enzimática.** Mediante glucosa-oxidasa y catalasa ác. Glucónico.

El aporte de O<sub>2</sub>: se consigue por borboteo o con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Elimina el 95% de la glucosa en huevo entero. El pH óptimo es 6.

## 10 PROPIEDADES FUNCIONALES

### ■ Albumen

- poder anticristalizante
- poder espumante
- poder gelificante
- poder ligante

### ■ Yema

- poder emulsionante
- poder aromatizante
- poder colorante
- poder gelificante
- poder ligante

Todas estas propiedades están relacionadas entre ellas, lo que hace que el huevo sea un ingrediente/aditivo en la industria alimentaria todavía insustituible en muchas ocasiones. En la siguiente tabla se recogen diversos ejemplos de utilización.

Función	Descripción	Aplicaciones
Propiedades adhesivas	Adhiere ingredientes como semillas y granos a diversos productos.	<i>Barritas dietéticas, Variedad de panes, Snacks</i>
Aireación y mejora de la estructura	Las proteínas del albumen forman espumas que dan ligereza a los productos.	<i>Merengues, Mousses, Suffés</i>
Capacidad ligante	Las proteínas del albumen dan estructura y propiedades coagulantes que ligan todos los componentes del alimento entre ellos.	<i>Snacks, Productos cárnicos, Entrantes</i>
Pardeamiento	Proporciona el color pardo de los productos horneados	<i>Bollería, Variedad de panes</i>
Clarificación	El albumen inhibe el pardeamiento enzimático y evita la turbidez en bebidas.	<i>Vinos, Zumos</i>
Coagulación y gelificación	Las proteínas del albumen y de la yema cambian de estado fluido a estado gel	<i>Tartas y escarchados, natillas, Surimi</i>
Rebozado	Protege el aroma y el sabor	<i>Alimentos horneados, Snacks</i>
Color	Los pigmentos (xantofilas) de la yema contribuyen al color amarillo de muchos alimentos	<i>Bollería y panadería, Pasta, Flan y natillas</i>
Control de la cristalización	El albumen previene la cristalización del azúcar y favorece la suavidad del chocolate	<i>Caramelos</i>
Emulsionante	Fosfolípidos y lipoproteínas son surfactantes que estabilizan las emulsiones O/W	<i>Salsas, Aderezos para salsas</i>
Acabado /brillo	Utilizado universalmente en bollería para mejorar la apariencia exterior, da cuerpo y brillo	<i>Bollería dulce, Cookies, Glaseados</i>
Aromas	Portador y mejorante de algunos aromas, además de aportar aroma de huevo	<i>Postres, Caramelos</i>
Congelación	Mejora la textura y aceptación de los productos sometidos a ciclos de congelación/descongelación	<i>Masas congeladas, Alimentos para microondas</i>
Humectante	Retiene la humedad de los alimentos y alarga su vida útil.	<i>Panes, Rollos</i>
Aislante	Evita que el producto se humedezca	<i>Pan, Masas congeladas</i>
Mejora la palatabilidad	Da cuerpo y suavidad	<i>Panes, Dulces y pudings</i>
pH	Estabiliza el pH.	<i>Estabiliza las fórmulas</i>
Aumenta la "shelf life"	Conserva las moléculas de almidón húmedas y frescas	<i>Formulaciones de pan comerciales</i>
Tenderización	Tenderiza de forma natural dando sensación de suavidad.	<i>Panes blandos, rollos</i>
Mejora la textura	Da cuerpo y mejora las masas esponjosas.	<i>Rollos, alimentos "light"</i>
Espesante	Espesa salsas y da cuerpo.	<i>Salsas, o Toppings, Alimentos preparados</i>

## 11 HUEVOS DUROS

Los huevos duros o cocidos se utilizan mucho en hostelería, caterings y comedores institucionales. Actualmente existen equipos que trabajan con altos rendimientos (2000 a 15000 huevos/h). Son equipos que trabajan en continuo hasta el envasado sin necesidad de ser manipulados por los trabajadores, con lo que sus condiciones microbiológicas son muy buenas.

La cocción se realiza por inmersión en agua (98-100°C) o a vapor bajo presión atmosférica (100°C). El tiempo de cocción (12-15 min) depende del calibre del huevo y de la temperatura de almacenamiento. La temperatura interior al final de la cocción (84- 87°C) es definitiva para conseguir una yema totalmente coagulada, sin coloración en la unión con el albumen verde-gris.

El enfriado se realiza inmediatamente después mediante sistemas continuos por inmersión en agua helada o de la red. El albumen se endurece y es más resistente a los choques durante la operación de pelado. El shock térmico favorece el pelado.

El pelado mecánico es la operación más delicada y existen muchos dispositivos para ello. Siempre hay dos fases: rotura de la cáscara con separación de la membrana del albumen mediante pequeños choques sucesivos con: tambores rotatorios, tubos vibrantes, o cualquier otro sistema que mantenga los huevos en agitación; y finalmente la eliminación de la cáscara mediante agua a presión, con rodillos o entre cintas en movimiento.

### 11.1 CONSERVACIÓN DEL HUEVO PELADO

La vida útil depende de la recontaminación (ppal. mesófilos aerobios y Pseudomonas). En cajas de cartón con bolsas de plástico o botes, con líquido conservante. En envases más pequeños de material plástico (con o sin alveólos) para atmósfera modificada o por pasteurización posterior al envasado:

- atmósferas modificadas: en 100% CO<sub>2</sub> a sobrepresión; en mezcla CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> con fuerte proporción de CO<sub>2</sub>. Vida útil de 21 días a 0-4°C
- líquido conservador: relación huevo/líquido (2:1). Composición: NaCl (0,8-1%) y ácidos orgánicos (ác. cítrico 0,75%) y algún antifúngico. vida útil de 24 días a 4°C, se necesitan 4-5 días para que se equilibre el pH pues el albumen lo sube.
- pasteurización en el embalaje: por rayos IR o vapor de agua.

Los huevos conservados en salmuera (en función del % de ác. cítrico) y en atmósfera sufren cierta pérdida de masa (proteínas) con el exudado, se evita con 0,2% de cloruro de magnesio. Utilizar una salmuera previamente calentada o el tratamiento de la mezcla huevos-salmuera a 100°C/ 20min o 121°C/ 15 min aseguran una vida útil más larga a temperatura ambiente.

### 11.2 PROBLEMAS DE FABRICACIÓN

- Explosión de la cáscara durante la cocción. consecuencias: económicas e higiénicas. Los factores son las condiciones de almacenamiento previas: tiempo y temperatura (los muy frescos no explotan tanto y las grietas de la cáscara (favorecen la explosión), las condiciones de cocción (debido al contenido líquido y gaseoso) y el color y espesor de la cáscara
- Dificultad de pelado. Está en relación directa al pH del albumen (óptimo 8,4 - 8,5). La conservación del huevo en ambiente rico en NaOH favorece el aumento de pH del albumen.
- Formación de un círculo verde-gris en la interfase yema-albumen. Se trata de un problema visual, y no de sabor o aroma. Se debe a la formación de sulfuro de hierro (FeS): el Fe de la yema y el H<sub>2</sub>S del albumen a causa de la cocción entre 70-100°C. La producción de sulfuro de hidrógeno no es enzimá-



tico, sino que se debe a que la desnaturalización proteica a pH alcalino libera los grupos sulfidrilos (SH-) que sufren una oxidación. Por lo tanto esta decoloración se favorece con el enfriamiento lento y el pH elevado.

---

## Bibliografía

- 1 Mountney G.J. (1983) Poultry products technology. Ed. Avi Pub. Co., Inc., Westport, USA.
- 2 Olson V.M. y W.J. Stadelman (1988) Egg and poultry meat processing. Ed. Technisciences, París.
- 3 Parkhurst C.R. y G.J. Mountney (1988) Poultry meat and egg production. Ed. Van Nostrand Reinhold Co., New York, USA.
- 4 Sim J.S. y S. Nakai (1994) Egg uses and processing technologies. New developments. CAB Int. Oxon.
- 5 Stadelman W.J. y O.J. Cotterill (1995) Egg science and technology. 4th ed. Ed. Avi Pub. Co. Inc., Westport, USA.
- 6 Stadelman W.J., V.M. Olson, G.A. Shemwell y S. Pasch (1989) Egg and poultry-meat processing. Ed. VCH Publishers, New York, USA.
- 7 Thapon J.-L. y C.-M. Bourgeois (1995) L'oeuf et les ovoproduits. Ed. Tech & Doc, Paris



# 10

## **Normativa de comercialización de huevos y ovoproductos**

D. Juan Julián García Gómez  
D. Javier Ariza Cantero

# 10

## Normativa de comercialización de huevos y ovoproductos

Juan Julián García Gómez

Javier Ariza Cantero

*Delegación de Sanidad de Toledo*

### 1 NORMATIVA DE COMERCIALIZACION DE LOS HUEVOS

La normativa básica que regula las condiciones de comercialización de los huevos se encuentra en los Reglamentos 1907/90 y 1274/91 de la Unión Europea, junto con sus posteriores modificaciones, así como en la Decisión del Consejo 94/371/CE. Vamos a dar un repaso a la normativa de comercialización de los huevos, teniendo muy en cuenta los recientes Reglamentos publicados, 1651/2001 y 5/2001.

Esta nueva normativa tiene en cuenta que los huevos de segunda calidad o conservados, que actualmente se encuentran clasificados en la categoría B, representan una proporción poco importante en la Unión Europea, y que además la mayor parte del sector desea suministrar a los consumidores huevos de primera calidad correspondientes a la categoría A. Por ello se simplifica la clasificación de los huevos, agrupando en una nueva categoría B, las actuales B y C, a partir del 1 de enero de 2004.

El sistema de cría de las gallinas ha pasado a ser para los consumidores de la Unión europea un aspecto importante en el momento de adquirir huevos. De ahí que en su día la Comisión se comprometiera a hacer obligatoria su indicación, que deberá aparecer en los estuches y en los huevos desde el 1 de enero de 2004. Otro aspecto novedoso de la nueva regla-

mentación es la posibilidad de hacer mención al régimen alimenticio de las gallinas.

Estas nuevas indicaciones serán aplicables tanto a huevos producidos en la Comunidad como a los procedentes de países terceros. No obstante, en huevos de países terceros importados a la UE, si los métodos de producción empleados no ofrecen garantías suficientes de equivalencia con las reglamentaciones técnicas y normas aplicables a los comunitarios, se podrá sustituir la indicación del sistema de cría por la de "sistema de cría indeterminado".

Las normas de comercialización de los huevos han experimentado repetidas modificaciones desde su origen, y es notoria su complejidad y dispersión en innumerables normas. Quizá proporcionar mayores garantías e información al consumidor final es el argumento para las sucesivas adaptaciones.

En relación a las condiciones de comercialización de los huevos debe tenerse en cuenta además que a raíz de la publicación de la Directiva Comunitaria 93/43/CEE, el ordenamiento jurídico español incorpora el contenido de la misma en el Real Decreto 2207/1995, de 28 de Diciembre, y en cumplimiento de lo establecido en el artículo 3, apartado segundo, del Real Decreto mencionado, se desarrollan las Guías para implantar el sistema APPCC.

La normativa de comercialización contempla varios aspectos para definir las indicaciones que deberán acompañar a los huevos:

- CRITERIOS DE CALIDAD Y CLASIFICACION POR PESO UNITARIO (categorías de calidad y clases de peso)
- FRECUENCIA DE RECOGIDA, ENTREGA Y TRATAMIENTO DE HUEVOS (huevos extrafrescos, huevos con fecha de puesta)
- OTROS (destinos, indicaciones sobre formas de producción, alimentación, tipo de embalaje)

## 1.1 CATEGORÍAS DE CALIDAD COMERCIAL DE LOS HUEVOS

### CATEGORÍA A

Las características mínimas a tener en cuenta en esta categoría serán:

- Cáscara y cutícula: Normales, limpias e intactas.
- Cámara de aire: Una altura no superior a 6 mm; no obstante en el caso de huevos que se marquen con la mención "EXTRA" no podrá ser superior a 4 mm.
- Clara: Transparente sin manchas, de consistencia gelatinosa y exenta de materias extrañas de cualquier tipo.
- Yema: Solo visible al trasluz como una sombra sin contorno claramente discernible, que no se separe del centro al someter al huevo a un movimiento de rotación y sin materias extrañas.
- Germen. Desarrollo imperceptible.
- Olor: Ausencia de olores extraños.

Estos huevos en ningún caso deberán ser sometidos a ningún tratamiento de conservación ni refrigeración en locales en que las temperaturas se mantengan a menos de 5°C.

### CATEGORÍA B

Tendrán las siguientes características mínimas:

- Cáscara: Normal e intacta.
- Cámara de aire: Una altura que no supere los 9 mm.
- Clara: Transparente sin manchas y sin materias extrañas.
- Yema: Solo visible al tras luz como una sombra y exenta de materias extrañas.
- Germen: Desarrollo imperceptible.
- Olor: ausencia de olores extraños.

Se distinguen en la categoría B los siguientes tipos:

#### *No refrigerados ni conservados:*

Son los huevos de la categoría B que no han sido sometidos a ningún tratamiento de conservación ni refrigerados en locales o plantas en los que la temperatura se mantenga artificialmente por debajo de los 5°C.

No se considerarán refrigerados aquellos huevos que se hayan mantenido a una temperatura inferior a 5° C bien en el curso de un trayecto de duración no superior a 24 horas, bien en locales destinados a la venta al por menor o en sus anexos, siempre y cuando la cantidad almacenada en éstos no sea superior a la necesaria para tres días de venta al por menor en dichos locales.

Deberán llevar una marca distintiva. Será un círculo de al menos 12 mm de diámetro en el que figure la letra B en caracteres latinos de una altura de 5 mm.

#### *Refrigerados:*

Huevos de la categoría B que hayan sido refrigerados en locales en los que la temperatura se mantenga artificialmente por debajo de los 5°C.

Para estos huevos la marca distintiva. Será un triángulo equilátero de por lo menos 10 mm de lado.

#### *Conservados:*

Huevos de la categoría B que se hayan conservado, refrigerados o no, en una mezcla gaseosa con una composición diferente de la del aire atmosférico y huevos que hayan sido sometidos a cualquier otro procedimiento de conservación.

Para estos huevos la marca distintiva será un rombo cuyas diagonales tengan unas dimensiones de 16 y 7 mm.

### CATEGORÍA C

No cumplen las características de las categorías A ni B.

Destino: industrias alimentarias, autorizadas en virtud del arti-

culo 6 de la Directiva 89/437/CEE o industrias no alimentarias.

Llevarán una marca distintiva: un círculo de al menos 12 mm de diámetro en el que figure la letra C en caracteres latinos de una altura de 5 mm.

Las categorías actualmente en vigor (A, B y C) pasarán a ser A y B desde el 1 de enero de 2004. A partir de esta fecha, solo los huevos de categoría A estarán destinados al consumo humano directo. Los restantes (la nueva categoría B, que agrupa las B y C actuales) deberán enviarse a la industria transformadora.

#### TOLERANCIAS EN LOS CONTROLES DE CALIDAD DE LOS HUEVOS

En cuanto al control de los huevos de categoría A, se tolerarán los siguientes defectos:

##### A) A la salida del centro de embalaje:

- 5% de huevos que presenten defectos de calidad y de ellos como máximo:
  - un 2% de rotos o con cáscara fisurada, visible por inspección ocular.
  - un 1% con carne o manchas de sangre.

##### B) En las demás fases de la comercialización:

- un 7% de huevos que presenten defectos de calidad y de ellos, como máximo:
  - Un 4 % de rotos o con cáscara fisurada, visible por inspección ocular.
  - Un 1% con carne o manchas de sangre.

En el control de huevos de categoría B se tolerará un 7% de huevos que presenten defectos de calidad.

## 1.2 ETIQUETADO DE LOS HUEVOS

Los huevos comercializados llevarán una serie de indicaciones obligatorias que afectan tanto a los huevos envasados como a los que se venden a granel, en cuyo caso la información deberá facilitarse al consumidor en el punto de venta:

### ■ El nombre o razón social del centro de embalaje o de quien haya mandado embalar los huevos

Puede ser una marca de empresa o marca comercial, incluso una marca comercial utilizada colectivamente por varias empresas.

### ■ El número distintivo del centro de embalaje

Los centros de embalaje autorizados llevarán un código distintivo cuyos dígitos iniciales en el caso de España serán 11.

### ■ Categoría de calidad

Según los criterios descritos en el punto 1.1.

### ■ Categoría de peso

Los huevos de categoría A se clasifican por peso como sigue:

XL	Super grandes : 73 g o más.
L	Grandes: de 63 a 73 g.
M	Medianos: de 53 a 63 g.
S	Pequeños: menos de 53 g.

Los embalajes grandes de huevos de categoría A, clasificados según su peso, tendrán el siguiente peso mínimo:

XL	Super grandes : 7,3 kg/ 100 huevos
L	Grandes: 6,4 kg/ 100 huevos
M	Medianos: 5,4 kg/ 100 huevos
S	Pequeños: 4,5 kg/ 100 huevos

### ■ Número de huevos embalados

■ Fecha de duración mínima (consumo preferente). En el caso de huevos de categoría B, además la fecha de embalaje.

Se indicará "Consúmase preferentemente antes del ....". La fecha irá indicada con dos series de cifras, por este orden: el

día del 1 al 31; y el mes, del 1 al 12.

- **Indicaciones de conservación**, aconsejando a los consumidores mantener los huevos refrigerados después de la compra. Para huevos de categoría B, indicaciones sobre la refrigeración o el método de conservación en el caso de huevos refrigerados o conservados.
- **Sistema de cría y establecimiento de producción**.

Actualmente no es obligatoria su indicación, pero a partir de 1 de enero de 2004 deberán imprimirse sobre la cáscara del huevo. El sistema de cría además deberá indicarse en el embalaje.

Las denominaciones de los sistemas de cría definidos en la norma, y su indicación como información al consumidor serán:

EN EMBALAJE	EN HUEVO
huevos de gallinas camperas	camperas
huevos de gallinas criadas en el suelo	suelo
huevos de gallinas criadas en jaulas	jaulas

Estos términos podrán complementarse con otras menciones que hagan referencia a las características particulares de cada forma de cría.

Además, los embalajes de huevos podrán incluir una serie de indicaciones facultativas:

- **Régimen alimenticio de las gallinas ponedoras**  
Se contempla la indicación facultativa del método de alimentación de las gallinas ponedoras, en los términos que detalla la norma. Para el caso en que se haga referencia al uso de cereales en la alimentación, dichas disposiciones deben establecer unos porcentajes mínimos de presencia de estos productos, pudiendo cada Estado Miembro imponer, sólo para sus propios productores, unos requisitos más estrictos que no impidan el comercio intracomunitario de huevos.

#### ■ Fecha de puesta

Se podrá poner en el embalaje, y entonces obligatoriamente deberá ir en los huevos.

El estampado de la fecha de puesta se podrá hacer en la explotación, en cuyo caso serán entregados a más tardar el día hábil siguiente al de la puesta al centro de embalaje o al colector.

#### ■ Precio de venta

#### ■ Código de gestión de la venta al por menor y/o del control de existencias

#### ■ Una o varias fechas, destinadas a facilitar al consumidor una información suplementaria

Por ejemplo, la fecha límite de venta recomendada, que es la fecha límite en que los huevos deben ofrecerse a la venta al consumidor y tras la que queda un plazo de 7 días para su almacenamiento.

#### ■ Indicaciones sobre condiciones especiales de almacenamiento

#### ■ Indicaciones concebidas para fomentar las ventas

#### CASOS PARTICULARES DE ETIQUETADO O MARCADO DE HUEVOS

Los huevos están sometidos a reglas específicas de etiquetado en los siguientes casos:

#### ■ Huevos destinados a la industria alimentaria

No sería obligatorio marcar los huevos de la categorías B y C que se entreguen directamente a la industria alimentaria, siempre y cuando se indique claramente este destino en los embalajes que los contengan. Tampoco los huevos fisurados.

Se comercializarán en embalajes provistos de un precinto o etiqueta de color amarillo que se inutilice al abrir el embalaje los huevos de las categorías A o B que ya no se ajusten a las características fijadas para tales categorías y que no se hayan clasificado de nuevo. Los huevos producidos en la Comunidad y entregados a las industrias alimentarias autorizadas para su

transformación llevarán además en el precinto o etiqueta llevará las siguientes indicaciones:

- a) Nombre o razón social y domicilio de la empresa que expida los huevos.
- b) Peso neto de los huevos embalados.
- c) La mención "HUEVOS DESTINADOS A LA INDUSTRIA ALIMENTARIA".

#### ■ Huevos destinados a la industria no alimentaria

Los huevos industriales (de gallina, con cáscara, no aptos para el consumo natural o para su utilización por industrias de alimentación, incluidos los rotos e incubados, pero con exclusión de los cocidos) se comercializarán en embalajes con precinto o etiqueta de color rojo con las indicaciones:

- a) Nombre o razón social y domicilio de la empresa destinataria.
- b) Nombre o razón social y domicilio de la empresa expedidora.
- c) La mención: "HUEVOS INDUSTRIALES" y "NO APTOS PARA EL CONSUMO HUMANO".

#### ■ Huevos comercializados en la UE importados de terceros países

Además de las condiciones de comercialización expuestas, deberán llevar indicación de:

- País de origen.
- Nombre de la empresa de embalaje de país tercero.
- Categoría de calidad y peso.
- Peso en Kg. de los huevos embalados y número en embalajes grandes.
- Fecha de embalaje y duración mínima y recomendaciones adecuadas de almacenamiento, en el caso de ser de categoría A, y fecha de embalaje en las otras.

- Nombre y domicilio del expedidor para los grandes embalajes.

#### ■ Huevos para exportación a terceros países

Se aplican las disposiciones mencionadas para dentro de la UE, salvo que no se considera que han sufrido un tratamiento de conservación los huevos embalados, destinados a exportación que se hayan sometido a un recubrimiento.

Además estos huevos podrán cumplir con requisitos superiores a los comunitarios en relación a calidad, marcado o etiquetado, o someterse a requisitos suplementarios. También podrán clasificarse de acuerdo con categorías distintas de las adoptadas, que se indicarán claramente en el embalaje. Si llevan marcas o indicaciones distintas de las comunitarias, no deberán prestarse a confusión con las previstas en la norma UE.

La impresión de indicaciones en la cáscara será realizada con tinta de un color indeleble resistente a la cocción, con colorantes autorizados por la norma comunitaria (ver el R.D. 2001/95).

## 2 NORMATIVA DE COMERCIALIZACIÓN DE LOS OVOPRODUCTOS

Una vez estudiada toda la normativa a aplicar en la comercialización de huevos, vamos a analizar otro tipo de comercialización muy importante dentro de este sector que son los ovoproductos, entendiéndolos como tal aquellos productos obtenidos a partir del huevo, de sus diferentes componentes o sus mezclas, destinados al consumo humano. Podrán estar parcialmente completados por otros productos alimenticios o aditivos; podrán hallarse en estado líquido, concentrado, desecado, cristalizado, congelado, ultracongelado o coagulado.

El consumo de ovoproductos ha aumentado en los últimos años en todo el mundo y también, aunque de una manera inferior, en España, debido fundamentalmente al cambio de hábi-



tos alimenticios, por ejemplo, el incremento de comidas fuera del hogar.

Analizando la legislación de ovoproductos, podemos asegurar que dentro de la armonización sanitaria en el ámbito de la UE, es una de las primeras disposiciones que se aplicaron en nuestro país. La Directiva del Consejo 89/437/CEE de 20 de junio de 1989 sobre problemas de orden higiénico y sanitario relativos a la producción y a la puesta en el mercado de los ovoproductos, así como a la Directiva del Consejo 91/684/CEE de 19 de diciembre que modifica la anterior son las normativas que propiciaron la publicación en España del Real Decreto 1348/1992 de 6 de noviembre por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria que regula la producción y comercialización de los ovoproductos, publicada en el BOE de 5 de diciembre.

Esta normativa derogó en su momento toda la legislación reguladora de este tipo de producto, y en especial el Decreto 408/1975 de 7 de marzo por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la manipulación de huevos frescos y conservados, y elaboración, conservación y venta de ovoproductos.

Por seguir un orden cronológico en la exposición de la normativa reguladora de los ovoproductos vamos a analizar los requisitos sanitarios aplicables a:

1. Huevos que se pueden emplear para la elaboración de ovoproductos y documentación e identificación de éstos desde el centro clasificador.
2. Condiciones generales y especiales de autorización y explotación de estas plantas
3. Higiene de los locales, del material, del personal y de la fabricación de ovoproductos en estas industrias.
4. Requisitos analíticos en la producción
5. Control sanitario y supervisión de la producción
6. Envasado, almacenamiento, transporte y marcado de ovoproductos.

## 2.1 REQUISITOS SANITARIOS DE LOS HUEVOS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE OVOPRODUCTOS

Los huevos que se utilicen para la fabricación de ovoproductos son aquellos huevos no incubados que sean aptos para el consumo de gallina, pata, oca, pava, pintada o codorniz, excluyéndose la mezcla de diferentes especies, con la cáscara desarrollada y sin defectos. No obstante, se permite la comercialización de huevos fisurados que no presenten solución de continuidad, sin ruptura de membrana, cuando se entreguen directamente por el centro de embalaje o la explotación de producción, debiéndose cascar lo antes posible.

En lo relativo al etiquetado, según establece el Reglamento 1907/90 podrán utilizarse huevos de categorías A, B y C, no siendo necesario marcar los huevos de categorías B y C que se entreguen directamente a la industria alimentaria siempre y cuando se indique claramente este destino en los embalajes que los contenga.

## 2.2 CONDICIONES GENERALES Y ESPECIALES DE AUTORIZACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE ESTAS PLANTAS

Es imprescindible para la autorización de funcionamiento que los locales donde se almacenen y se manipulen huevos y ovoproductos cumplan con las siguientes condiciones generales:

- Suelo de materiales impermeables, fácil de limpiar y desinfectar, que permita una salida fácil del agua, con sumideros provistos de sifones y rejillas.
- Paredes lisas de fácil limpieza hasta una altura mínima de 2 metros.
- Puertas de materiales inalterables.
- Techos de fácil limpieza y que eviten la acumulación de suciedad.
- Ventilación adecuada.
- Iluminación suficiente.

- Dispositivos de limpieza de manos y de utensilios adecuados y cerca de las zonas de trabajo.
- Vestuarios de fácil limpieza, dotados de lavabos con grifos de acción no manual.
- Local separado de la zona de manipulación donde se pueda realizar de una manera higiénica la limpieza de los recipientes y depósitos fijos y móviles.
- Una instalación que suministre agua que cumpla lo dispuesto en el Real Decreto 1138/1990, de 14 de diciembre.
- Dispositivo adecuado de protección contra insectos y roedores
- Los materiales e instrumentos en contacto directo con los ovoproductos deberán fabricarse con material liso, fácil de lavar, limpiar y desinfectar, que sea resistente a la corrosión y que no introduzca en dichos productos elementos que puedan perjudicar a la salud.

La normativa recoge además otros requisitos específicos para la industrias elaboradoras de ovoproductos:

- Locales apropiados para el almacenamiento separado de los huevos y de los ovoproductos acabados, con dotación y control de frío en el caso que fuese necesario.
- Local adecuado para lavar y desinfectar los huevos en el caso que se utilicen huevos manchados, debiendo los productos de limpieza estar autorizados.
- Un local adecuado e independiente para cascar los huevos en el caso de no disponer de un sistema cerrado de pasteurización.
- Equipos apropiados para el transporte del contenido de los huevos cascados.
- Equipos aprobados por la autoridad competente para el tratamiento de los ovoproductos y que al menos se componga de:
  - Control automático de temperatura.
  - Termómetro registrador.
  - Sistema de seguridad automático que evite el calentamiento insuficiente.

En el caso de sistema de pasteurización continua, además deberá ir provisto de:

- Sistema adecuado de seguridad que impida la mezcla de ovoproductos pasteurizados y sin pasteurizar.
  - Registrador automático de la seguridad que impida la mezcla anterior.
- Local para el almacenamiento de otros productos y aditivos
  - Si se utilizan envases desechables, un almacén adecuado de estos.
  - Instalaciones y recipientes adecuados para la retirada adecuadas de productos no aptos para consumo como cáscaras, ovoproductos y huevos.
  - Instalaciones adecuadas para el envasado higiénico.
  - Un laboratorio propio o contratado para cumplir los requisitos analíticos establecidos en esta disposición.
  - Instalación adecuada para descongelar productos congelados, en el caso de que se utilicen.
  - Local adecuado y separado para almacenar los productos de limpieza y desinfección.

### 2.3 HIGIENE DE LOS LOCALES, DEL MATERIAL, DEL PERSONAL Y DE FABRICACIÓN DE LA INDUSTRIA

- El personal deberá llevar ropa de trabajo adecuada y limpia y observar un escrupuloso aseo personal, respetando las normas de higiene adecuadas al manipular los ovoproductos. Asimismo, deberán disponer de una formación apropiada para el trabajo a realizar, que deberá acreditarse mediante los Programas de Formación que debe establecer la industria de acuerdo con el Real Decreto 202/2000. También será necesario acreditar mediante certificado médico la idoneidad para realizar trabajos en los que se manipulen alimentos.
- Evitar la entrada de animales indeseables en el local, mediante el establecimiento de métodos de lucha.

- Establecer programas de limpieza y desinfección adecuados de utensilios, instrumentos y dispositivos de conducción. Es recomendable la utilización exclusiva de éstos para la manipulación de ovoproductos.
- Utilización de agua potable para todos los usos, con las excepciones de producción de vapor y refrigeración, identificando estas conducciones de manera clara.
- Los detergentes y desinfectantes habrán de almacenarse y emplearse de forma que no contaminen los instrumentos ni los ovoproductos.
- Los huevos y ovoproductos se almacenarán en locales adecuados, respetando en todo momento las temperaturas apropiadas.
- Los huevos se retirarán, lavarán y desinfectarán, en caso necesario, en un local independiente a donde se produzca el cascado, realizándose este cuando las cascaras estén secas y evitando la contaminación del contenido.
- Los huevos que no sean de gallina, de pava ni de pintada se manipularán y transformarán separadamente, procediendo a su limpieza y desinfección posterior.
- Tras el cascado se someterá cada partida a un tratamiento térmico adecuado, eliminado el lote que no alcance las temperaturas que garanticen la destrucción de gérmenes patógenos. Si no fuese posible el tratamiento térmico inmediato se deberán mantener almacenados en congelación o refrigeración a una temperatura inferior a 4° C, no pudiéndose utilizar en este último caso si se superan las 48 h de almacenamiento. Excepcionalmente se podrán autorizar el tratamiento en otra industria respetando los plazos y temperaturas expresados con anterioridad y etiquetándose con la leyenda "ovoproductos no pasteurizados –deberán tratarse en el lugar de destino- fecha y hora de cascado".
- Los ovoproductos líquidos o concentrados no estabilizados se desecarán o refrigerarán a 4°C. Se congelarán inmediatamente después del tratamiento térmico aquéllos cuya presentación sea ésta.

## 2.4 REQUISITOS ANALÍTICOS EN LA PRODUCCIÓN

Cada lote de ovoproductos se someterá a controles microbiológicos, mediante sondeo, para garantizar que se cumplen:

- a) Salmonella: Ausencia en 25 g ó ml.
- b) Otros criterios:
  - Aerobios mesófilos: M= 105 UFC/ g ó ml
  - Enterobacteriaceas: M= 102 UFC/ g ó ml
  - Estafilococos áureos: Ausencia en 1 g ó ml

M: Número máximo de unidades formadoras de colonias. Se considera insatisfactorio cuando una o más unidades contengan un número de bacterias igual o superior. Se está a la espera de la publicación de una Orden Ministerial que fije las tolerancias analíticas.
- c) Concentración inferior a 10 mg/Kg de materia seca de ácido 3-OH-butírico.
- d) Antes de su tratamiento se deberá garantizar que:
  - El contenido de ácido láctico no excederá de 1.000 mg/Kg de materia seca.
  - El contenido de ácido succínico no excederá de 25 mg/Kg de materia seca.
- e) La cantidad de residuo de cáscara, de membranas de huevos y de otros posibles restos no excederá de 100 mg/Kg.

## 2.5 CONTROL SANITARIO Y SUPERVISIÓN DE LA PRODUCCIÓN

El control de la autoridad competente en estos establecimientos consistirá al menos en:

- Control del origen y destino de huevos y ovoproductos.
- Inspección de los huevos destinados a la fabricación de ovoproductos.

- Inspección de los ovoproductos a la salida del establecimiento.
- Control de limpieza de utensilios, maquinaria, instalaciones e higiene personal.
- Recogida de muestras y remisión al laboratorio, manteniendo un sistema de registro adecuado.

## 2.6 ENVASADO, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y MARCADO DE OVOPRODUCTOS

En el envasado se deberán respetar al menos los siguientes criterios:

- Los envases deben cumplir con las normas de higiene, no alterar las propiedades organolépticas, no transmitir sustancias nocivas y ser resistentes.
- El local debe estar aislado y mantener una limpieza adecuada, evitando la presencia de animales indeseables.
- Los envases reutilizables se lavarán, desinfectarán y aclararán antes de su utilización.
- Los envases a granel de ovoproductos deberán cumplir además:
  - Disponer de una superficie interior lisa y de fácil limpieza.
  - Estar diseñados de manera que permitan la limpieza de todas sus partes y su utilización sin tener que romperlos.
  - Se lavarán y desinfectarán después de cada utilización.
  - Se sellarán una vez llenados para garantizar la no manipulación de su contenido antes del uso contenido.
- El almacenamiento de ovoproductos se realizará en lugares adecuados y respetando en todo momento las temperaturas de conservación siguientes:
  - Ultracongelados: - 18 °C
  - Congelados: -12 °C
  - Refrigerados: + 4°C
- El transporte se realizará en vehículos adecuados en cuanto al mantenimiento de las temperaturas y de la higiene.

- El marcado de los productos se efectuará mediante una etiqueta que comprenda las indicaciones siguientes:

- **Etiqueta:**

- a) Datos de la industria:

*Parte superior: ESP-nº de RGSA ó ESPAÑA*

*Parte inferior: CEE*

*En el centro: nº RGSA*

- b) La temperatura a la que debe mantenerse y el periodo en el que se garantice su conservación

- **Documento de transporte:**

- a) Tipo de producto con mención de la especie de origen
- b) Número de lote.
- c) Lugar de destino y nombre y dirección del destinatario.
- d) Marca de salubridad.

Estos datos deberán redactarse en la lengua oficial del país de destino.

Tras la entrada en vigor del Real Decreto 2207/1995 de 28 de diciembre del Ministerio de la Presidencia, por el que se establece las normas de higiene relativas a los productos alimenticios, todas las industrias dedicadas a la fabricación de ovoproductos deben establecer un Programa de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC) en el que estén recogidas todas las especificaciones de la normativa vigente, y en particular el diagrama de flujo, el cuadro de gestión y las fichas de control de la instalación.

Por último, señalar que se encuentra en fase de borrador para que todos los países miembros de UE estudien un Reglamento del Consejo por el que se establecen las normas zoonitarias aplicables a la producción, comercialización e importación de los productos de origen animal destinados al consumo humano, que refundirá todas las Directivas publicadas hasta la fecha, estableciendo criterios comunes para todos los alimentos de origen animal y destacando los específicos en función de sus características.

---

## Bibliografía

- 1 Decreto 2484/1967, de 21 de Septiembre, por el que se aprueba el Código Alimentario Español. Decreto 2519/74, de 9 de Agosto, entrada en vigor.
- 2 Reglamento (CEE) 1907/90 del Consejo de 26 de junio de 1.990 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 3 Reglamento (CEE) 1274/91 de la Comisión de 15 de mayo de 1991 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) núm. 1907/90 del Consejo relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 4 Reglamento (CEE) 3540/91 de la Comisión de 5 de diciembre de 1991 por el que se modifica el Reglamento (CEE) núm. 1274/91 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) núm. 1907/90 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 5 Reglamento (CEE) 2221/92 de la Comisión de 31 de julio de 1992 por el que se modifica el Reglamento (CEE) núm. 1274/91 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) núm. 1907/90 del Consejo relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 6 Reglamento (CEE) 2577/93 del Consejo de 21 de septiembre de 1992 por el que se modifica el Reglamento (CEE) núm. 1907/90 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 7 Reglamento (CEE) 2617/93 del Consejo de 21 de septiembre de 1993 por el que se modifica el Reglamento (CEE) núm. 1907/90 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 8 Rectificación al Reglamento (CEE) núm. 2617/93 del Consejo, por el que se modifica el Reglamento (CEE) núm. 1907/90 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 9 Reglamento (CEE) 3300/93 de la Comisión de 30 de noviembre de 1993, por el que se modifica el Reglamento (CEE) núm. 1274/91 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) núm. 1907/90 del Consejo relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 10 Corrección de Errores del Reglamento (CEE) 3300/93.
- 11 Reglamento (CEE) 3117/94 del Consejo de 12 de diciembre de 1994 por el que se modifica el Reglamento (CEE) num 1907/90 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 12 Reglamento (CEE) 1259/94 de la Comisión de 31 de mayo de 1994 que modifica el Reglamento (CEE) 1274/91, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) núm. 1907/90 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 13 Reglamento (CEE) 3239/94 de la Comisión de 21 de diciembre de 1994 por el que se modifican determinados Reglamentos del sector de los huevos y de la carne de aves de corral debido a la adhesión de Austria, Finlandia y Suecia.
- 14 Decisión por la que se establecen condiciones específicas de salud pública para la comercialización de determinadas clases de huevos (94/371/CE)
- 15 Reglamento (CEE) 785/95 de la Comisión de 6 de abril de 1995 por el que se modifica el Reglamento (CEE) núm. 1274/91 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) 1907/90 del Consejo relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 16 Reglamento (CEE) núm. 2401/95, de la Comisión, de 12 de octubre de 1995, por el que se modifica el Reglamento (CEE) núm. 1274/91 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) 1907/90 del Consejo relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos
- 17 Reglamento (CEE) núm. 818/96 del Consejo de 29 de abril de 1996 por el que se modifica el Reglamento (CEE) núm. 1907/90 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 18 Reglamento (CEE) núm. 1511/96 de la Comisión de 29 de julio de 1996 por el que se modifica el Reglamento (CEE) 1274/91 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) núm. 1907/90 del Consejo relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.

- 19** Reglamento (CEE) 505/98 de 3 de marzo de 1998 por el que se modifica el Reglamento 1274/1991 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) número 1907/90 del Consejo, relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 20** Decreto 408/1975 de 7 de marzo por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la manipulación de huevos frescos y conservados, y elaboración, conservación y venta de ovoproductos.
- 21** Real Decreto 1749/1998 de 31 de julio por el que se establecen las medidas de control aplicables a determinadas sustancias y sus residuos en los animales vivos y sus productos.
- 22** Real Decreto 50/1993 de 15 de enero que regula el control oficial de los productos alimenticios.
- 23** Real Decreto 212/92 de 6 de marzo por el que se aprueba la Norma General de Etiquetado, Presentación y Publicidad de los Productos Alimenticios.
- 24** Directiva 93/43/CEE del Consejo de 14 de junio, establece las normas generales de higiene de los productos alimenticios
- 25** Real Decreto 2207/1995 de 28 de diciembre, por el que se establece las normas de higiene relativas a los productos alimenticios .
- 26** Real Decreto 1334/1999 de 31 de julio por la que se aprueba la norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios.
- 27** Reglamento (CE) 5/2001 de 19 de Diciembre de 2000 por el que se modifica el Reglamento (CEE) núm. 1907/90 relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos.
- 28** Directiva del Consejo 89/437/CEE de 20 de junio de 1989 sobre los problemas de orden higiénico y sanitario relativos a la producción y a la puesta en el mercado de ovoproductos.
- 29** Directiva del Consejo 91/684/CEE, que modifica la Directiva del Consejo 89/437/CEE.
- 30** Real Decreto 1348/1992 de 6 de noviembre por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria que regula la producción y comercialización de los ovoproductos.
- 31** Orden de 8 de Marzo de 2001 por la que se modifican los anexos del Real Decreto 569/1990, de 27 de abril, relativo a la fijación de los contenidos máximos de residuos de plaguicidas sobre y en los productos de origen animal.
- 32** Reglamento(CE): 1651/2001 de 14 de Agosto de 2001 que modifica el Reglamento (CEE) 1274/91 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento(CEE) 1907/90, del Consejo relativo a determinadas normas de comercialización de huevos.







# 11

## El huevo en la nutrición y la salud

Dr. Francisco Tortuero Cosialls

# 11

## El huevo en la nutrición y la salud

Dr. Francisco Tortuero Cosialls

Secretario Científico del Instituto de Estudios del Huevo

### 1 INTRODUCCIÓN

Durante varias décadas del siglo pasado, y hasta no hace muchos años, se consideraba al huevo como uno de los alimentos imprescindibles para un buen estado de nutrición.

La gente "comía huevos". Su consumo "per cápita" era índice de un país más o menos desarrollado, de mayor renta individual. Pero en el alborar de los años 70 comenzó en EE. UU una verdadera batalla contra el colesterol, e indirectamente, contra el consumo de huevos. Aparecían pancartas de esta lucha en los hipermercados y otros lugares de venta de productos alimenticios y su consumo inició un serio declive.

Se consideró que factores dietéticos diversos podían estar implicados en la progresiva y preocupante mortalidad por enfermedades cardiovasculares.

Es evidente que estas consideraciones pueden tener validez en situaciones específicas y para determinadas personas, pero no es menos cierto que algunos de los dogmas de fe que tenían una gran aceptación hasta época reciente, han perdido su carácter dogmático al carecer de una base científica seria.

Este cambio de criterio ha sucedido con el huevo, que de ser mal visto por la mayoría de los médicos hasta hace muy poco tiempo, ha recuperado su prestigio en los dos últimos años.

Acerca de este alimento y de su importancia en la nutrición y la salud trataremos seguidamente, no sin antes hablar, aún

siendo breves, de las necesidades nutritivas del hombre y lo que representan los productos de origen animal en su alimentación.

### 2 UN BREVE RECUERDO SOBRE LAS NECESIDADES NUTRITIVAS DEL HOMBRE

Establecer las necesidades nutritivas del español, del inglés o del americano es tarea ardua, supuesta la gran variabilidad de los individuos de cada país, incluso dentro de una misma familia. De manera que, en nutrición humana, el concepto de necesidades nutritivas ha de tener únicamente el sentido de orientación.

Hecha esta salvedad, un español de edad, talla y peso medios, con actividad no muy intensa, viene a necesitar diariamente las cantidades que señala la Tabla 1:

**Tabla 1. Necesidades del hombre en diversos nutrientes**

	INGESTAS RECOMENDADAS (%)	
	Varones	Mujeres
Energía	3000 Kcal	2300 Kcal
Proteínas	54 g	41 g
Calcio	800 mg	800 mg
Hierro	10 mg	18 mg
Yodo	140 mg	110 mg
Zinc	15 mg	15 mg
Magnesio	350 mg	330 mg
Fósforo	800 mg	800 mg
Selenio <sup>6</sup>	70 µg	55 µg
Tiamina	1.2 mg	0.9 mg
Riboflavina	1.8 mg	1.4 mg
Niacina	20 mg	15 mg
Vitamina B <sub>6</sub>	1.8 mg	1.6 mg
Ac. Fólico	200 µg	200 µg
Vitamina B <sub>12</sub>	2 µg	2 µg
Vitamina A	1000 µg	800 µg
Vitamina D	5 µg	5 µg
Vitamina E	12 mg	12 mg
Pantoténico	4-7 mg	4-7 mg
Biotina <sup>6</sup>	30-100 µg	30-100 µg
Linoléico	6.7 g	5.1 g

Dentro de los alimentos que forman parte de la dieta en los países occidentales, los productos de origen animal, y entre ellos el huevo, tienen importancia indudable.

Un análisis de la evolución del consumo de productos animales en España pone de manifiesto que a lo largo de los últimos 30 años se han producido algunas variaciones dignas de ser destacadas como: el aumento considerable en el consumo de leche y derivados, el estancamiento en el de carne y pescado y el descenso brusco en el de los huevos, pasando éstos últimos de las 280 unidades/h/años en 1975 a menos de 190 en 1995 y a 223 en 2000. Este inicio de recuperación de los últimos años coincide con el mejor conocimiento que sobre el huevo ha ido adquiriendo el profesional de la medicina y la sociedad en general.

### 3 COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL HUEVO

Decir que el huevo es un alimento casi perfecto no es una utopía. Es la transcripción de un conocimiento real sobre todas y cada una de las sustancias nutritivas presentes en el mismo, de su biodisponibilidad en relación con la de los nutrientes de otros alimentos y de la aceptación de que algunos de sus elementos nutritivos, como los aminoácidos, se encuentran en el huevo en un equilibrio casi perfecto.

De las tres partes fundamentales del huevo, únicamente la clara y la yema tienen interés para la alimentación y la nutrición. La clara contiene principalmente agua (88%) y proteínas, correspondiendo a la albúmina la mayor importancia y significado. En la yema el 50% es agua, repartiéndose equitativamente el resto las proteínas y grasas. Una fracción muy pequeña corresponde a sustancias diversas, no menos importantes para la nutrición y la salud.

El contenido nutritivo del huevo, referido a un peso de 62 g, que se considera como estandar, se aproxima a los valores que recoge la Tabla 2.

**Tabla 2. Composición nutritiva del huevo (62g)**

Composición genérica	gramos
Sólidos	16,0
Proteínas	7,75
Lípidos totales	7,13
Carbohidratos	0,43
Cenizas	0,62
Colesterol	0,27
<b>Energía metabolizable</b>	
Kcal	100
Kj	4,15
<b>Aminoácidos</b>	
Lisina	507
Treonina	394
Triptófano	130
Metionina	248
Metionina+ cistina	434
Arginina	520
Fenilalanina	458
Isoleucina	527
Leucina	690
Valina	590
Histidina	190
Tirosina	342
<b>Minerales</b>	
Calcio	34
Fósforo	122,2
Sodio	85
Potasio	87
Cloro	113,5
Magnesio	7,4
Manganeso	0,2
Hierro	0,12
Cobre	0,25
Zinc	0,90
Yodo	0,039
Azufre	120
Selenio	0,01
<b>Vitaminas</b>	
A (U.I)	354
D(U.I)	77,4
E(U.I)	1,24
K(mg)	0,03
B1(mg)	0,06
B2(mg)	0,18
B6(mg)	0,08
B12(mg)	0,37
Ac. Nicotínico (mg)	2,05
Ac. Pantoténico(mg)	1,12
Ac. Fólico (mcg)	0,024
Biotina (mcg)	12,52

#### 4 LA ENERGÍA DEL HUEVO

Supuesto que el huevo es un alimento con alto contenido en agua y que la energía procede únicamente de las proteínas y las grasas, el potencial energético del huevo es relativamente pobre (75Kcal por huevo). De ahí que su aporte al total energético de la dieta tenga poca importancia.

#### 5 LAS PROTEÍNAS DEL HUEVO

A diferencia de la energía, la riqueza protéica del huevo es relativamente alta y de gran calidad nutritiva. Si comparamos el contenido protéico de los principales alimentos de origen animal, es muy similar de unos a otros.

Pero el valor biológico, verdadero índice de utilización protéica, es mucho mayor para las del huevo, debido a la concentración y equilibrio en que se encuentran los distintos aminoácidos que las constituyen, tanto en la proteína del albumen como en la de la yema.

Esta circunstancia ha servido para elegir las proteínas del huevo como estándar de referencia en los estudios sobre nutrición protéica.

Si continuamos hablando en términos comparativos, relacionando los aminoácidos de las proteínas de la leche, huevos y carne, no cabe duda de que la proteína del huevo destaca por su riqueza en aminoácidos azufrados y un menor contenido en lisina, lo que no condiciona un valor biológico inferior debido al propio equilibrio que mantiene la lisina con los restantes aminoácidos.

#### 6 LOS LÍPIDOS DE LA YEMA

Si se exceptúa la denominada yema blanca, que está relacionada con el disco germinal, y que representa solo el 1-2% del total, el resto del material de la yema está formado por una

emulsión óleo-acuosa compuesta por grandes esferas que flotan en una fase próteo-acuosa. En esta emulsión la mayor parte de los lípidos se encuentra como lipoproteínas complejas.

La composición de los lípidos de la yema del huevo, referida a los principales componentes, se detalla en la Tabla 3.

De acuerdo con los datos expuestos en la citada tabla, de los 7,5 g de lípidos totales que contiene un huevo, 2 g corresponden a ácidos grasos saturados (AGS), 1,1 g a ácidos poliinsaturados (AGP) y 3 g a ácidos grasos monoinsaturados (AGM). La relación AGP/AGS = 0,55 es más que aceptable y recomendada en términos de nutrición. Al mismo tiempo, la riqueza en ácido oleico (monoinsaturado) contribuye a ese efecto favorable sobre la salud.

El huevo, por otra parte, es la principal fuente de fosfolípidos de la dieta y participa de manera significativa a satisfacer las necesidades en ácido linoléico (ácido graso esencial que el organismo no puede sintetizar).

Supuesto que los lípidos de la yema proceden del plasma, la fracción principal de los mismos corresponde a triglicéridos, acompañados de cantidades sustanciales de fosfolípidos. El otro componente de mayor importancia cuantitativa es el colesterol libre.

Otras sustancias, más o menos emparentadas con los lípidos, son los carotenoides, pigmentos que en determinadas regiones sigue siendo un factor de importancia comercial en el precio del huevo, y que llegó a ser un factor de demanda. Su concentración, y más concretamente la de luteína, zeaxantina y xantofilas rojas es determinante de la pigmentación de la yema.

De acuerdo con la composición lipídica a que hemos hecho referencia, la inclusión en la dieta de un huevo de 62 g supone un aporte de grasa y ácidos grasos en cifras próximas al 9-10% del total.

**Tabla 3. Contenido en lípidos, ácidos grasos y colesterol del huevo y su contribución a las necesidades**

	Cantidad en un huevo de 62 gr	Niveles recomendados en la dieta (g)	Contribución de un huevo a la ingestión diaria (%)
Lípidos	7,40	87	8,2
Ácidos grasos saturados <sup>1</sup> y monoinsaturados <sup>2</sup>	6,05	37	16,4
Ácidos grasos poliinsaturados <sup>3</sup>	1,05	16,7	6,3
Colesterol	0,30	-	-

Acceptando que la relación P/S sea de 0,45

<sup>1</sup>En g/huevo = ac. Mirístico, 0,25; ac. Palmítico, 0,2; ac. Estearico, 0,6

<sup>2</sup>En g/huevo: ac. Oleico 3,0

<sup>3</sup>En g/huevo: ac. Linoleico, 1,0; linolénico, 0,2; ac. Araquidónico, 0,5

## 7 EL HUEVO COMO APORTE DE VITAMINAS Y MINERALES

Las vitaminas y los carotenoides variables según la alimentación de la gallina, forman parte del 1% de los lípidos de la yema y el 1,5% de la materia seca. Las vitaminas liposolubles, la colina, el ácido fólico y la B<sub>12</sub> se encuentran exclusivamente en la yema, donde se concentra igualmente la mayor parte de la biotina, el ácido pantoténico y las B<sub>1</sub> y B<sub>6</sub>. Por el contrario, el albumen contiene el 50% de la B<sub>2</sub>.

Un huevo satisface entre el 10-15% de las necesidades diarias del hombre en vitaminas A, D, E, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, ácido pantoténico y biotina. Para las restantes vitaminas su contribución es mucho menor (3-5% del total necesario).

Si nos referimos a los minerales, el huevo aporta un 10% del Fósforo y Zinc necesarios y más de un 25% del Yodo. Pero la importancia del huevo no ha de contemplarse únicamente por lo que representa el huevo en el total mineral necesario, sino por su riqueza en Se y, sobre todo, por la alta disponibilidad de este oligoelemento. Sería suficiente, en la actualidad, resaltar la importancia del Selenio como para aconsejar el consumo de un huevo al día. Sus funciones, hoy revalorizadas, se extienden a capítulos tan importantes como el stress oxidativo, su necesidad para un músculo miocárdico perfecto o como participe en la prevención de determinados tipos de cáncer.

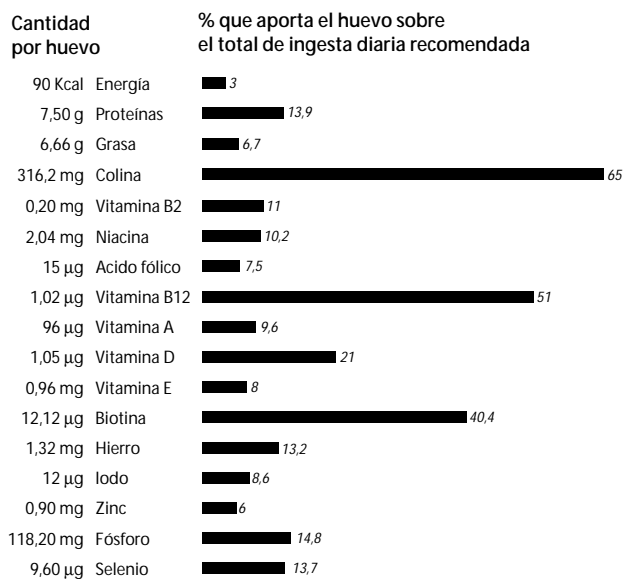
## 8 ALGUNAS CONSIDERACIONES ADICIONALES SOBRE LA COMPOSICIÓN DEL HUEVO Y SU CONTRIBUCIÓN A LAS NECESIDADES NUTRITIVAS

La composición nutritiva del huevo no es constante. Y a pesar de las excelentes revisiones publicadas sobre este tema es fácil encontrar valores extraordinariamente dispares. Factores muy diversos, la mayoría de los cuales están relacionados con la alimentación y el sistema de crianza de las aves, influyen en el contenido del huevo en diversas sustancias nutritivas. De los denominados constituyentes mayores o principios inmediatos solamente el componente lipídico varía fácilmente, de acuerdo con la composición del pienso de las gallinas. Sin embargo, esta variabilidad depende de la cantidad y composición de la grasa. Por ejemplo, cuando se adiciona grasa animal al pienso aquella tiene escaso efecto sobre los ácidos grasos saturados o insaturados del huevo. Por el contrario, cuando se emplean aceites vegetales aumentan los ácidos grasos poliinsaturados del huevo como lo hace el colesterol. Otro ejemplo de esta variedad, en relación con el pienso, es el contenido en vitaminas liposolubles y sobre todo la vitamina D<sub>3</sub>, hasta el punto de que algunos autores no incluyen esta vitamina entre los componentes nutritivos del huevo. Las vitaminas hidrosolubles se modifican en menor grado que las anteriores, mientras que los oligoelementos están

estrechamente vinculados a la composición del pienso de las gallinas.

Resumiendo cuanto hemos dicho en apartados anteriores, podemos decir que supuesto el consumo de un huevo al día su contribución a satisfacer las necesidades nutricionales se aproximaría a los valores que se indican en la siguiente figura:

**Tabla 3. Contribución de un huevo al total de las necesidades nutricionales diarias de un adulto. Cantidades referidas a un huevo comercial tipo (62g).**



## 9 EL HUEVO Y LA ALIMENTACIÓN

Conocido el valor nutritivo del huevo, resulta fácil comprender que por sus características digestivas y gastronómicas, a más de la nutritivas, sea uno de los alimentos tradicionales en todos los países, formando parte de la dieta desde las primeras edades hasta las más avanzadas.

Pero si el huevo es recomendable para cualquier edad, esa recomendación se hace más evidente en determinadas épocas o estados fisiológicos de la vida. En resumen:

### 9.1 NIÑOS Y ADOLESCENTES

En este periodo, de rápido crecimiento y desarrollo, los huevos pueden contribuir de manera importante a cubrir las necesidades del organismo en los más diversos nutrientes. La excesiva preocupación por el colesterol en estas edades, a la que nos hemos referido reiteradamente, ha hecho que numerosas madres hayan reducido el consumo de huevos en esta etapa tan importante para el niño, consiguiendo un efecto adverso, y haciendo que su dieta sea deficitaria en determinados nutrientes esenciales, lo que puede perjudicar el crecimiento, desarrollo y salud.

El huevo a esta edad, debe formar parte de una dieta variada y equilibrada, y si bien no existe criterio unánime respecto al número de unidades a consumir durante la niñez y la adolescencia, bueno sería el consumo de 4-5 huevos por semana.

### 9.2 EMBARAZO Y LACTANCIA

Con alguna frecuencia, en el tercer trimestre de embarazo se observa una patología denominada "hígado graso", que puede ser atribuible a un incremento en las necesidades de colina, no satisfechas adecuadamente por la dieta de las gestantes. En estos casos, comer 4-5 huevos/semana vendría a ser una medida de prevención como aporte suplementario de colina.

Se ha comprobado igualmente que la administración de lecitina de huevo durante la gestación mejora la memoria. Es decir, la adquisición y retención de conocimientos por parte de los descendientes. Estos, en las primeras etapas de la vida, requieren mayores aportes de colina necesaria para la construcción de estructuras del sistema nervioso. De ahí la importancia del huevo en la dieta de las madres lactantes.

### 9.3 ANCIANOS Y CONVALECIENTES

El huevo es un alimento valioso para el anciano, no ya por su elevado valor nutritivo, al que tantas veces hemos hecho referencia, sino también por su fácil masticación y digestión. Por otra parte en las personas de edad avanzada, a la luz de los conocimientos y la experiencia clínica adquirida, la hipercolesterolemia parece dejar de ser un factor de riesgo cardiovascular, por lo que no hay razón para seguir pensando en las ventajas de restringir el consumo de huevos, sin olvidar que siendo éstos ricos en lecitina, que contribuye a elevar los niveles de colina en sangre, son de interés en la mejora de la función mental de personas con déficit de acetilcolina como son los enfermos de Alzheimer y ancianos con demencia presenil.

La lecitina, por otra parte, incrementa la secreción de bilis y previene su estancamiento en la vesícula, contribuyendo de este modo a evitar la formación de cálculos en la misma y favoreciendo su eliminación o disminución de tamaño.

En otro aspecto, el huevo, tanto por su riqueza nutritiva, como por la ausencia de purinas (sustancias que se transforman en ácido úrico), ha de formar parte importante de la dieta de individuos que padecen gota.

## 10 EL HUEVO Y LA SALUD

Además de ser un alimento de alto valor nutritivo, el huevo es portador de sustancias especialmente valiosas para mantener un buen estado de salud. Por ello, en la bibliografía comienza a hablarse del huevo como un alimento funcional, denominación esta que, según el "Institute of Food Technologists" de USA, se refiere a aquellos alimentos que poseen efectos benéficos adicionales, independiente de su contribución a satisfacer las necesidades nutritivas.

Sin embargo, antes de referirnos a estas sustancias saludables, y como puede quedar o existir alguna duda sobre la relación

entre el colesterol de la yema del huevo y el colesterol en sangre, parece oportuno hablar de ello con la brevedad necesaria.

### 10.1 EL COLESTEROL DE LA YEMA Y EL COLESTEROL EN SANGRE

Si hacemos un recorrido por la literatura especializada a lo largo de los 20 últimos años será fácil comprobar que sobre esta relación se ha escrito con largueza y se han mantenido opiniones muy diversas. Por ello, creo necesario partir de unos hechos concretos como son:

- a) Los estudios epidemiológicos realizados en los años 70 en diversos países parecían demostrar una correlación entre el colesterol hemático y el posible desarrollo de procesos cardiovasculares (PCV) en individuos con edades comprendidas entre los 30 y 49 años y para concentraciones de colesterol en sangre entre 200 y 280 mg. Y si del colesterol pasamos a las grasas la citada relación teórica volvía a manifestarse. De ahí que en los estudios de Keys se llegara a la conclusión de que más importante que el colesterol de la dieta, era la relación entre cantidad de calorías procedentes de las grasas y la mortalidad por cardiopatía isquémica.
- b) En 1975, en un análisis de multivarianza realizado por Armstrong et al. se demostró que cuando se tenían en consideración los efectos del consumo de azúcar y tabaco sobre la mortalidad por ECV, los efectos de la grasa total, carne, huevos y leche no eran significativos.
- c) La disminución en el consumo de huevos en USA entre los años 60-70 no supuso una disminución en la mortalidad por infarto de miocardio, a la inversa, dicha mortalidad aumentó en esos años considerablemente. Esto hizo suponer que otros factores de riesgo (la hipertensión, el tabaco, el stress, el sedentarismo, etc.) eran especialmente importantes.

d) Soslayando cuanto se ha hecho fuera de España, dos estudios comparativos, realizados por el que esto escribe, en nuestro país, ponen de manifiesto:

- En la provincia de Segovia, entre 1980 y 1990 el índice de mortalidad por infarto de miocardio era similar al del Japón, a pesar del alto consumo de grasas saturadas y huevos.
- Si comparamos el consumo de huevos y el nivel de colesterol en sangre en distintas regiones de nuestro país (tomando como datos el informe DRECE, 1992) no se aprecia relación alguna, al contrario.

En base a las premisas anteriores podemos preguntarnos: ¿Qué influencia tiene el colesterol de la dieta, y más concretamente, el consumo de huevos, sobre el colesterol en sangre supuesto que es la principal fuente de colesterol (250-300 mg/huevo)? Vamos a referirnos a dos estudios realizados en años muy distintos. Uno, el de Flynn et al. (1979), otro, publicado por investigadores de Oxford en 1989. En el primero de estos trabajos los autores distribuyeron 232 voluntarios en dos grupos: Uno, testigo, que no tomaba huevos; otro, problema, cuya dieta normal implicaba el consumo de 2 huevos /día. A los tres meses de iniciada la prueba se cambiaron las dietas de ambos grupos. Los que tomaban huevos dejaron de tomarlos y a la inversa. La conclusión fue: "El consumo de dos huevos diarios no tuvo efecto sobre el colesterol total de la sangre". En el segundo, publicado en "The American Journal of Clinical Nutrition", se tuvo en cuenta que el colesterol total dice muy poco del "status" de colesterol de un individuo, y se valoraron simultáneamente las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y las de alta densidad (HDL). Las primeras, las menos deseables, transportan el colesterol desde el hígado a otras células del organismo, poseedoras a su vez de receptores específicos en su membrana. A través de estos receptores las LDL penetran en la célula donde liberan su contenido en colesterol esterificado. Por consiguiente, cuanto más

elevado es el nivel de LDL en sangre más rápido es el desarrollo de la arterioesclerosis.

Las segundas, las HDL, tienen un papel protector importante, pero menos conocido. Pero lo que no cabe duda es que existe una relación estrecha entre las ECV y la concentración de HDL en sangre. Parece pues deseable una elevada concentración hemática de estas últimas.

En este segundo estudio se comprobó que en personas normo o hipolipémicas que tomaban una dieta con 0 ó 9 huevos a la semana equivalente  $\pm 340$  mg de colesterol por día, procedente de los huevos, no se apreciaban cambios en el colesterol total, en las LDL ni en las HDL.

Y más recientemente se ha demostrado que personas que comían más de cuatro huevos por semana tenían valores de colesterol inferiores a quienes consumían un solo huevo.

## 10.2 ANTICUERPOS, ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS Y CAROTENOIDES COMO FUENTE DE SALUD.

El huevo no es solo un alimento de alto valor nutritivo. Junto a los nutrientes más diversos existen otras sustancias que no teniendo carácter nutritivo, no por ello son menos importantes para mantener o conseguir un buen estado de salud.

En este grupo de los no nutrientes se incluyen anticuerpos, ácidos grasos poliinsaturados (AGPI)  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 y antioxidantes.

En el capítulo de anticuerpos, la presencia de inmunoglobulinas en el huevo se conoce desde hace varias décadas, pero no fue hasta principio de los años 80 cuando se descubrió que la inmunoglobulina IgG extraída del huevo tienen ventajas mayores que la procedente de la sangre de los mamíferos. Por esta y otras razones, ya en época relativamente reciente, se ha recomendado el empleo de productos derivados del huevo en el pienso de animales jóvenes.

Por otra parte, el hecho de que al inyectar un antígeno a la gallina se estimule la producción en el huevo de determinadas



inmunoglobulinas hace previsible la utilización de los huevos como "productores de anticuerpos" y, por tanto, vengan a ser valiosos mediadores en el tratamiento específico de ciertas enfermedades como las de carácter autoinmune.

En otro sentido, y por lo que se refiere a los AGPI, se ha prestado especial atención a los  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6.

En la yema los ácidos linoléico y alfa-linolénico, precursores de los AGPI,  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6, se encuentran en proporciones del 0,6% y 1,2%, respectivamente. Tan importante es la yema como fuente de estos ácidos grasos que la concentración plasmática de fosfolípidos es directamente proporcional a la cantidad de huevos consumidos. Esta observación, comprobada en niños de 1-2 años en los que la transformación de ácido linoléico es muy baja, no presupone un consejo dietético sin límites para los huevos, pero es indicativa de la importancia de los lípidos de la yema en determinadas situaciones de nutrición y salud.

En relación con los AG  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 se ha comprobado que en numerosos países existe un desequilibrio en el consumo de AGPI, con exceso en el correspondiente a los de tipo 6, cuyas fuentes más comunes e importantes son los aceites de soja, girasol y maíz. Por el contrario, el consumo de los de tipo  $\omega$ -3, que se encuentran principalmente en los pescados azules, es demasiado bajo.

Ahora bien, no todos los  $\omega$ -3 tienen idéntica importancia. De modo que los alimentos en general, y los huevos en particular, serán mejores o peores, en términos de salud, según el tipo de  $\omega$ -3 presentes en los mismos. Esta es la razón que ha llevado a algunos avicultores a obtener los llamados huevos de diseño en los que, a través de los piensos, se aumenta la concentración de  $\omega$ -3 de mayor eficacia.

En cuanto a los antioxidantes del huevo conviene diferenciar los de carácter nutritivo (tocoferol, selenio, zinc, etc.) mejor conocidos, y otros que podríamos considerar propios de la yema del huevo. Son los carotenoides, más concretamente las xantofilas, que determinan el color de la yema.

Entre estas xantofilas la luteína y zeaxantina han recibido en los últimos años especial atención. Ambos pigmentos se acumulan en el cristalino y en la región macular de la retina.

El riesgo de cataratas y la degeneración macular relacionada con la edad están vinculadas a procesos altamente oxidativos. Luteína y zeaxantina en particular y la yema del huevo en un sentido más amplio podrían prevenir en cierto modo ambos procesos.

En relación con estos pigmentos, actualmente va adquiriendo mayor predicamento la posible relación inversa entre el consumo de carotenoides y es riesgo de cáncer. El mecanismo por el cual xantofilas o licopeno pueden actuar como agentes protectores frente a determinados tipos de cáncer no está aclarado. Este efecto protector de los carotenoides no parece ser el único en nuestro organismo; sugiriendo algunos investigadores que carotenos y xantofilas pueden jugar un papel importante en la prevención de los procesos oxidativos como estimulante de la respuesta inmunitaria.

Recomendar alimentos ricos en carotenoides, como determinadas frutas y verduras, sería una forma de proteger nuestras células de la oxidación. Por ello, en el conjunto de alimentos recomendables como antioxidantes conviene no olvidar que el huevo tiene especial interés.



# 12

## **Composición y valor nutritivo del huevo**

Dr. Rafael Codony

# 12

## Composición y valor nutritivo del huevo

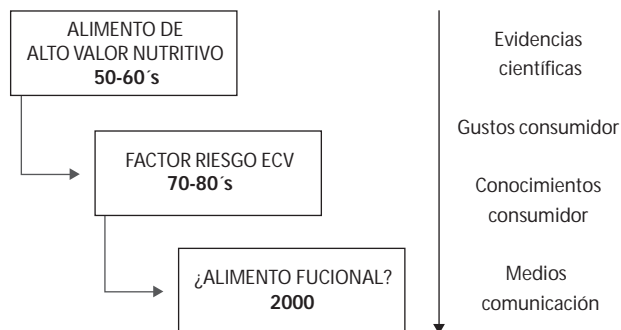
Dr. Rafael Codony

Facultad de Farmacia. Universidad de Barcelona

### 1 INTRODUCCIÓN

Mucho se ha dicho ya del valor nutritivo del huevo como alimento básico de nuestra dieta, fundamentalmente por su aporte elevado de proteína, que es de alto valor biológico, así como de coste inferior a otras fuentes proteicas (carnes y pescados). Por esta razón, centraremos el presente artículo en aportar y discutir aquellos datos científicos y de consumo que nos permitan explicar la compleja evolución que ha experimentado el huevo en las últimas décadas, en relación con su papel en la dieta y con la salud del consumidor. La figura 1 resume esquemáticamente el tema que vamos a desarrollar.

**Figura 1. Evolución de la imagen nutricional y saludable del huevo en los últimos 50 años**



Como es bien sabido, el huevo ha pasado de ser en los años 50-60's un alimento básico, equivalente a carnes y pescados, por su aporte proteico de excelente calidad, a caer de forma muy acelerada en su consumo durante los 70's y 80's, especialmente en USA y otros países anglosajones, pues los científicos y la profesión médica transformaron la imagen del huevo de alimento básico en factor de riesgo de las enfermedades cardiovasculares (ECV), y, por tanto, en un alimento a restringir o prohibir. En la última década del siglo pasado comenzó a recuperar su papel en la dieta, al comprobarse que no era cierta esta preponderancia como factor de riesgo. Además, se comenzaron a valorar en el huevo nuevas propiedades saludables que incluso podrían llevar a considerarlo como alimento funcional. Esta evolución y los criterios científicos que la han originado será la base para el desarrollo de nuestra explicación.

**Tabla 1. Evolución del consumo de huevos en España y en USA (huevos/cápita/año)**

Año	Consumo en España	Consumo en USA
1950	?	389
1955	70	371
1960	145	335
1965	182	314
1970	235	311
1975	283	279
1980	274	268
1985	300	253
1990	285	242
1995	210	238
2000	224	259

El consumo de huevos, a parte de otros factores concomitantes del mercado, ha ido variando de acuerdo a esta consideración científica, que ha arrastrado al consumidor. Así, en USA, de los 50's a principios de los 90's podemos observar una continuada e intensa caída del consumo, que empezó a presentar una inflexión, con una ligera tendencia al aumento, en la década de los 90's (tabla 1). No obstan-

te, es curioso compararlo con el caso de España. Al ser los USA el pionero en las tendencias de consumo en función de sus recomendaciones nutricionales, sus datos nos permiten anticipar lo que puede suceder en nuestro país, aunque contemplando las debidas diferencias en relación con el funcionamiento del mercado y la sensibilización del consumidor. En España, el gran consumo de huevos se alcanzó a mediados de los 80's, momento en que (con un cierto retraso) llegaron las recomendaciones de limitación de consumo de huevos. Esta tendencia en descenso se mantuvo hasta mitad de los 90's, en que se puede observar una estabilización, más que un aumento propiamente dicho.

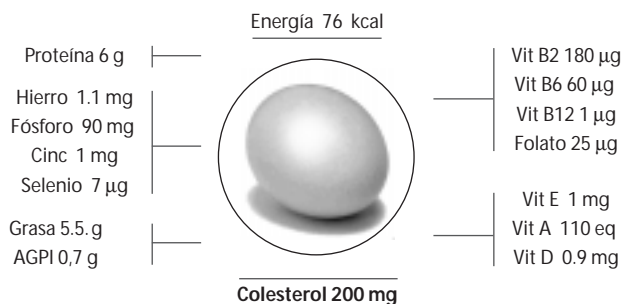
## 2 VALOR NUTRITIVO DEL HUEVO

De forma clásica, el huevo ha sido uno de los alimentos más apreciados, puesto que suponía una de las fuentes más económicas para obtener proteína de la mejor calidad. Además, también era reconocido por su aporte elevado de micronutrientes (elementos minerales y vitaminas).

La figura 2 resume, de una forma mucho más concreta la composición nutricional del huevo. Como vemos, es bastante impor-

tante la diversidad de nutrientes de los diferentes grupos que pueden destacarse en el huevo, a lo que puede añadirse que su aporte energético es moderado, debido a que su contenido graso es también razonable. De esta forma, si hablamos en términos de densidad nutricional (g, µg ó mg de nutriente/1000 kcal alimento), podemos ver como el huevo es realmente un alimento muy aconsejable, si se compara con otros alimentos proteicos a los que puede sustituir en la dieta. La tabla 2 recoge los contenidos en valor absoluto, así como expresados en densidad nutricional, de los nutrientes más relevantes en el huevo.

**Figura 2. Aporte nutricional por huevo (50 g)**



**Tabla 2. Valor nutritivo del huevo (en valor absoluto y densidad), comparado con otras fuentes proteicas dietéticas**

(*)	Cont. Huevo	Dens.Huevo	Cont. ternera	Dens. ternera	Cont. ternera	Dens. cerdo	Cont. pollo	Dens. pollo
Proteína(g)	12	78,9	21,3	250,0	22	250,0	22,2	278,2
Grasa(g)	10,9	71,7	7	82,2	1,9	21,6	9,6	120,3
AGPI(g)	1,3	8,6	0,8	9,4	0,14	1,6	1,44	18,0
VitE(mg)	1,6	10,5	0,1	1,2	0,41	4,7	0,66	8,3
VitA(µI)	480	3157,9					39	488,7
VitD(mg)	1,7	11,2						
Folato(µg)	23	151,3	11	129,1	2,5	28,4	12	150,4
VitB12(µg)	0,88	5,8	1,3	15,3	2,04	23,2	0,4	5,0
VitB2(µg)	330	2171,1	250	2934,3	230	2613,6	160	2005,0
VitB6(µg)	119	782,9	500	5868,5	565	6420,5	500	6265,7
Fe (mg)	2	13,2	1,5	17,6	1,1	12,5	0,74	9,3
Zn (mg)	1,3	8,6	2,6	30,5	2	22,7	1	12,5
P (mg)	180	1184,2	198	2323,9	204	2318,2	200	2506,3
Kcal	152		85,2		88		79,8	
AGPI/proteína	0,11		0,04		0,01		0,06	

(\*) Datos de contenido expresados por 100g; Densidad nutricional expresada por 1000 kcal

La comparación con estos alimentos nos permite observar como la densidad nutricional del huevo es muy destacable para muchos micronutrientes, especialmente los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), el hierro y las vitaminas B2, B12, A, E y folato. Así mismo, el aporte de AGPI por gramo de proteína es mucho más favorable que en las carnes y sólo sería superado por los pescados.

De esta forma, y aún teniendo en cuenta el descenso en el consumo de huevos en las últimas décadas, el aporte de nutrientes del huevo en el conjunto de nuestra dieta es relevante, sobre todo para algunos nutrientes, tal como muestra la tabla 3, construída a partir de datos de consumo de 1999.

**Tabla 3. Contribución del consumo de huevos a la ingesta global de nutrientes de la población USA y de la población española**

Nutriente	% contribución huevo en dieta USA	% contribución huevo en dieta España
Energía	1.3	1.9
Proteína	3.9	4.2
Grasa	2.0	2.7
AGPI		2.1
AGS	1.7	
Colesterol	33.2	35.9
Vitamina B2	6.4	4.7
Vitamina B12	3.7	
Vitamina B6	2.1	
Folato	5.1	
Vitamina A	4.3	8.7
Vitamina E	4.3	
Hierro	2.4	3.9
Calcio	1.7	1.8

Si queremos establecer el valor nutricional real del huevo, utilizando el criterio más habitual, es decir la cobertura de las cantidades de ingesta diaria recomendada (CDRs) que se alcanzan con una ración del alimento, podríamos estimar que, para una ración de 2 huevos grandes, las coberturas más destacables de dichas CDRs serían las que se recogen en la tabla 4.

**Tabla 4. Coberturas más destacables de las CDRs para diversos nutrientes, que se consiguen con una ración de 2 huevos grandes**

Nutriente	%CDR/ración 2 huevos	Nutriente	%CDR/ración 2 huevos
Energía	6%	Vitamina A	12%
Proteína	20%	Vitamina D	12%
Vitamina B2	30%	Vitamina E	6%
Vitamina B12	16%	Hierro	8%
Folato	12%	Fósforo	16%
Vitamina B6	8%	Cinc	8%
Vitamina K	62%	Selenio	34%

Destacan especialmente las coberturas de vitaminas K, D y A, entre las liposolubles, de la B2, B12 y folato, entre las hidrosolubles y de selenio y fósforo, entre los minerales.

Un último aspecto a comentar es el de la variabilidad de composición y valor nutritivo del huevo. Es bien sabido que diversos factores productivos pueden inducir cambios en la calidad del huevo, que incluyen también su composición química y, en consecuencia, su valor nutritivo. Stadelman y Pratt (1989) recogieron de forma muy exhaustiva datos de composición y de variabilidad de la composición nutricional del huevo y clasificaron sus componentes en función de su capacidad de ser variables o muy constantes. Así, entre los que pueden ser modificados en su concentración, a través de la alimentación y otros factores productivos, se encuentran algunos minerales (I, F, Mn), algunas vitaminas (A, D, E, K, B1, B2, B12, Biotina, Pantotenato, Folato) y algunos ácidos grasos, especialmente los insaturados (oleico, linoleico y linolénico, así como otros de las series metabólicas n-3 y n-6). Algunos nutrientes ofrecen datos poco conclusivos sobre su capacidad de modificación, como el Zn, la niacina, la piridoxina, el inositol o el ácido araquidónico. Por el contrario, excepto a través de tratamientos farmacológicos, la cantidad de colesterol en el huevo es difícil de modificar.

Otros autores (Naber y Squire, 1991; Cepero, 1998; Barroeta, A.C., 1999), más recientemente, han recogido nuevos datos en este campo y han dado valores cuantitativos de cómo pueden aumen-

tarse las concentraciones de diversos nutrientes de interés. Algunas vitaminas hidrosolubles, como la B2, la B12, la niacina y la biotina pueden llegar a triplicar su contenido, pero son lógicamente los nutrientes de naturaleza lipídica los que son más intensamente acumulados. No obstante, la capacidad de acumulación es especialmente alta para la vitamina E, mientras que lo es bastante menos para las demás vitaminas liposolubles. También los ácidos grasos poliinsaturados pueden incrementarse a través de la dieta de la gallina, de forma muy significativa. Es importante destacar que en los casos de la vitamina E y los AGPI se pueden llegar a obtener concentraciones que supondrían una cobertura muy elevada (cerca al 100%) de la CDR respectiva, con una ración de 2 huevos.

### 3 PAPEL DEL HUEVO COMO FACTOR DE RIESGO EN LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

Retomando el esquema de la figura 1, en la que resumíamos el valor nutritivo del huevo, en los años 70's se añadió a esta composición un dato que parecía clave para entender el papel del huevo como factor de riesgo para la salud, en relación con su consumo relativo. Este componente era el colesterol.

Los estudios desarrollados durante los 60's llevaron a establecer una relación, basada en datos epidemiológicos, entre la ingesta de colesterol y un aumento de los niveles plasmáticos de colesterol e incluso, con la incidencia de enfermedades cardiovasculares (infarto de miocardio, especialmente). En consecuencia, todas las recomendaciones de las asociaciones científico-médicas, con la American Heart Association a la cabeza, pasaron a establecer límites máximos recomendables de ingesta de colesterol en la dieta (300 mg/día), lo que comportó también unas recomendaciones dietéticas basadas en la limitación extrema del consumo de alimentos ricos en colesterol, entre los cuales el huevo era el de mayor consumo.

Los primeros datos que dieron lugar a estos hechos son los ya clásicos estudios de Hegsted (1965), por una parte, y Keys (1965)

por otra parte, de los cuales se obtuvieron correlaciones entre ingesta de colesterol y niveles plasmáticos de colesterol, que se cuantificaron en forma de ecuaciones, que fueron modificándose posteriormente a medida que se profundizaba en el conocimiento de estas relaciones. Estos estudios tuvieron como consecuencia las campañas llevadas a cabo por la administración sanitaria, en USA y Canadá especialmente, que proponían restricciones alimentarias muy importantes para conseguir una reducción del impacto negativo sobre el colesterol plasmático. No obstante, evaluando los resultados al cabo de los años, se observó, sorprendentemente, que una reducción importante de la ingesta de colesterol no había dado como resultado unos niveles inferiores de colesterol plasmático de la población, ni tampoco una gran reducción de la incidencia de ECV (Pyöralä, 1987; Grundy y Denke, 1990; McNamara, 1990; Hopkins et al., 1992) y que además, la respuesta individual a la ingesta de colesterol es muy variable (McNamara, 2000). En muchos de estos estudios iniciales, las dietas ensayadas no eran sólo elevadas en colesterol, sino que también lo eran en calorías totales, en % total de grasa, en % de grasa animal y en % AGS y, además, eran bajas en frutas, vegetales y granos integrales. Ello hizo que se volvieran a reestudiar las ecuaciones anteriores y se empezara a comprobar que los ácidos grasos que componían la fracción grasa de la dieta tenían un papel más importante que el que se les había concedido. Así, numerosos estudios dieron enseguida su fruto, demostrando que una reducción de los AGS, así como un aumento de los AGMI i AGPI en la dieta (además de otros factores dietéticos) sí que llevaba a descensos importantes del colesterol plasmático y a una disminución de la incidencia de ECV (Grundy y Denke, 1990; McNamara, 1990; Esrey et al., 1996; Ascherio et al., 1996). Kritchevsky y Kritchevsky (2000) en una excelente revisión de los principales estudios epidemiológicos recientes, concluyen que la ingesta de colesterol puede ser asociada sólo con un incremento muy escaso en el riesgo de accidentes coronarios. Según estos autores, cuando los estudios se corrigen para tener en cuenta

otros factores dietéticos influyentes, este riesgo se reduce y puede cuantificarse en un incremento del 6% del riesgo para un aumento en la ingesta correspondiente a 200 mg de colesterol/1000 kcal/día.

De una forma más concreta, McNamara (2000) resume que, durante los últimos 50 años se han desarrollado un total de 167 estudios sobre la ingesta de colesterol, de los que puede deducirse que una modificación de 100 mg/día en la ingesta provocaría únicamente un cambio de 2.2 mg/dL en la concentración plasmática total de este compuesto. Esto supondría 0.022 mg/dL plasma por cada mg de colesterol incrementado en la ingesta diaria. También se comprobó que al aumentar el colesterol en la dieta, se observa un aumento tanto de la fracción LDL, como de la fracción HDL, lo que comporta un cambio muy escaso en la relación LDL/HDL. Así, un incremento dietético de 100 mg/día de colesterol aumentaría en 1.9 mg/dL el colesterol-LDL y 0.4 mg/dL el colesterol-HDL. Con estos datos, se deduce que la relación entre fracciones de colesterol LDL/HDL pasaría de 2.60 a 2.61, al aumentar la ingesta de colesterol en 100 mg/día.

Otro factor estudiado, que resulta interesante, es el hecho de que el efecto del colesterol ingerido viene modulado por la composición en ácidos grasos de la dieta. Así, diversos estudios (Schonfield et al., 1982; Oh y Miller, 1985; Katan et al., 1988) han mostrado como los individuos estudiados presentaron una reducción del colesterol plasmático a medida que la relación entre grasa insaturada y grasa saturada de la dieta aumentaba, manteniendo constante la ingesta de colesterol. Otros trabajos (Kestin et al., 1989; Edington et al., 1989), que estudiaron ambos efectos (el de la modificación de la ingesta de colesterol y la de la ingesta de ácidos grasos), demostraron que los incrementos de la ingesta de colesterol produjeron un efecto irrelevante, frente a los importantes efectos cuantificados para la modificación del grado de insaturación de la grasa, sobre los niveles plasmáticos de colesterol. Los estudios de Edington et al. y de Schonfield et al. son especialmente interesantes, pues los incre-

mentos de colesterol dietético se realizaron forzando el número de huevos/día. Así mismo, es importante destacar que en estos estudios se ensayaron cantidades excepcionalmente elevadas de colesterol (hasta 750 y 1500 mg/día) y, a pesar de ello, se observó que el efecto hipercolesterolemizante no es significativo, siempre que la dieta presente una relación AGPI/AGS suficientemente elevada.

### 3.1 RELACIÓN INGESTA HUEVOS/COLESTEROL PLASMÁTICO

Dadas las recomendaciones de restricción de la ingesta de huevos, en los años 70-80's, fueron también muchos los estudios que se dedicaron a establecer la relación concreta entre las modificaciones en la ingesta de huevos y su repercusión en los niveles plasmáticos de colesterol.

Las modificaciones dietéticas introducidas entre 1950 y 1990 en la población USA condujeron a un descenso en los niveles plasmáticos de colesterol, que ha sido cuantificado en 30 mg/dL (de 235 a 205 mg/dL). Si aplicamos los datos del metaanálisis recogidos por McNamara (2000), el descenso del consumo de huevos representaría un descenso en la ingesta de colesterol de 51 mg/día, y ello se traduciría en un descenso del colesterol plasmático total de 1.1 mg/dL ( $51 \cdot 0.022$  mg/dL), aplicando los cálculos comentados en el apartado anterior. Según este cálculo, 1.1 mg/dL en relación con los 30 mg/dL de reducción total del colesterol plasmático, supondría que el descenso en el consumo de huevos ha sido responsable sólo de un 3% de la disminución total conseguida en los niveles plasmáticos de la población USA durante estos años.

Otro análisis de datos relativos a diversos estudios, realizado por Clarke et al. (1997), concluye que la introducción de un huevo más/día en la dieta, provocaría un aumento de 4.1 mg/dL del col-LDL y de 0.9 mg/dL del col-HDL, con un incremento en la relación LDL/HDL que variaría entre el 0.3 y el 1.2%, según los resultados recogidos en la tabla 5.



**Tabla 5. Evaluación de los cambios en los niveles de colesterol total y de sus fracciones con la adición de 1 huevo/día en la dieta (Clarke et al., 1997)**

	Colesterol plasma (mg/dL)		Cociente LDL/HDL	
	LDL	HDL	LDL/HDL	% Cambio
Base	130	50	2.60	1.2%
+ 1 huevo/día	134	51	2.63	
Base	150	50	3.00	0.7%
+ 1 huevo/día	154	51	3.02	
Base	170	50	3.40	0.3%
+ 1 huevo/día	174	51	3.41	

Las conclusiones sobre los efectos del colesterol dietético y el huevo, debido a la existencia de estudios muy rigurosos que estudian el efecto de la ingesta del huevo, teniendo en cuenta además el resto de la dieta ingerida por el individuo, indican que el huevo, a pesar de aportar una cantidad elevada de colesterol, no provoca un aumento sustancial del colesterol plasmático y su influencia es inapreciable sobre la relación col-LDL/col-HDL. Dawber et al. (1982), en un estudio sobre 912 individuos de ambos sexos, con historiales dietéticos muy detallados, encontraron que no existía ninguna relación entre la ingesta de huevos y los niveles plasmáticos de colesterol. Así, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el riesgo de un accidente coronario entre los grupos de diferente nivel de consumo de huevos.

Como consecuencia de todos estos análisis que acabamos de comentar, los científicos creen que no existen datos experimentales fiables que permitan seguir aconsejando una restricción en el consumo de huevos, lo que por otra parte limita el acceso de la población a un alimento de tan elevado valor nutritivo. Por ello, aunque existe aún una cierta polémica, y evidentemente con una prudencia mesurada, los científicos que trabajan en este campo han comenzado ya a lanzar un mensaje sobre una necesaria recuperación en el consumo de huevos y se

comienza a quitar la etiqueta del huevo como factor de riesgo cardiovascular.

Como conclusión de este apartado, es adecuado destacar aquí la enorme repercusión que estos estudios están teniendo a nivel del consumidor en USA, a través de las informaciones que se están difundiendo a través de los medios de comunicación y de divulgación, especialmente las webs de carácter sanitario. Así, las conclusiones del trabajo de Hu y colaboradores (1999), han dado origen ya a un slogan muy difundido: Egg a day OK for healthy people. No obstante, la controversia está servida, como puede comprobarse a través de las revistas médicas internacionales y de las citadas direcciones electrónicas.

#### 4 ¿EL HUEVO COMO ALIMENTO E INGREDIENTE FUNCIONAL?

Parece evidente que, a pesar de su difícil definición y regulación, los productos que han pasado a denominarse alimentos funcionales, están llegando a consolidarse como concepto, ligado a los beneficios extranutricionales que un alimento puede aportar a nuestro organismo. No obstante, es un terreno en el debemos movernos aún con grandes precauciones, sobre todo por que debemos exigir una mayor acumulación de estudios y resultados concluyentes que nos permitan enunciar un efecto fisiológico beneficioso. En este sentido, existen ya diferentes asociaciones, especialmente en Japón o USA, en que se comienzan a listar alimentos que podrían constituir una posible relación de productos con alguna característica específica que permita calificarlos como funcionales. Entre ellos podemos encontrar alimentos transformados que se han enriquecido con algunos componentes funcionales, pero el campo más difícil es la inclusión en estas listas de alimentos que son habituales en nuestra alimentación. Aquí entraría el caso del huevo. Hasta hace pocos años, esta categoría de funcional hubiera parecido vetada para el huevo, por su elevado contenido en colesterol, que más bien le

hacia figurar en listas de alimentos a restringir en nuestra alimentación. Como hemos visto, los más recientes estudios y sus conclusiones permiten levantar dicha restricción.

Esta tendencia, por otra parte, es extraordinariamente atractiva para el consumidor, cada día más preocupado por su salud y su alimentación. Schmidt (1999), recogiendo datos de 1000 consumidores, destaca que un 88% presentaron como motivación de compra de alimentos el asegurar una buena salud global, y un 66% presentaron como motivación el reducir el riesgo de padecer ciertas enfermedades.

El posible papel del huevo como alimento e ingrediente de tipo funcional debería justificarse por la presencia en el mismo de determinados compuestos que han sido identificados como fisiológicamente activos y con efectos potencialmente beneficiosos, que puedan cuantificarse de alguna manera. De hecho, no se trata más que de poner de relieve el efecto favorable para el mantenimiento y potenciación de la salud, así como el efecto preventivo frente a determinadas patologías, de componentes que han estado siempre presentes en muchos alimentos de nuestra dieta, pero que no se habían identificado o cuantificado claramente. Si repasamos el listado de sustancias que podríamos considerar potencialmente funcionales (IFIC, 1999), podemos indicar como posibles compuestos que serían destacables en el huevo los siguientes: carotenos, luteína, zeaxantina, vitamina E y AGPI n-3 (DHA y EPA, especialmente). Zeisel (2000) añade a esta lista la colina. Las supuestas propiedades que podrían llevar a señalar estos compuestos como fuente de beneficios para la salud son:

- **Carotenos** (neutralizan radicales libres y por tanto previenen del daño celular en general). Aunque puede conseguirse aumentar algo el contenido de carotenos en el huevo, su efecto de acumulación no es tan importante como el de otros micronutrientes, como la vitamina E. Por otra parte, las propiedades pueden ser muy variables según el caroteno de que se trate.

- **Luteína y Zeaxantina** (favorecen el mantenimiento de funciones visuales). Un huevo aporta 200-300 mg de estas xantofilas.

- **Vitamina E** (neutraliza radicales libres y por tanto previene del daño celular en general). Los huevos pueden contener cantidades importantes de esta sustancia, suplementando adecuadamente los piensos de las ponedoras, consiguiendo aportes superiores al 100% de la CDR/huevo. Estas cantidades extra serían las que podrían aportar algún beneficio adicional.

- **AGPI n-3 cadena larga (EPA, DHA)** (reducen el riesgo de ECV; y mejoran las funciones visuales y mentales). Los huevos pueden contener cantidades importantes de estos ácidos grasos, suplementando adecuadamente los piensos de las ponedoras, consiguiendo aportes superiores al 100% de la CDR/huevo. Simopoulos y Salem (1992) ya señalaban que el huevo es un excelente aporte de AGPI n-3 de cadena larga, y, por ello, sería un ingrediente de elevado interés en alimentación infantil. No obstante, hay que recordar que los aportes elevados de AGPI n-3 aumentan las necesidades de vitamina E del organismo.

- **Colina** (favorece el mantenimiento y mejora de funciones cognitivas, particularmente la memoria). Una ración de dos huevos aporta unos 400 mg de colina, que cubriría un 100% de las necesidades diarias de esta sustancia. No está muy cuantificada la capacidad de incrementar la concentración de colina en el huevo a través de los piensos.

## 5 CONCLUSIONES

A partir de toda esta información recogida, y que hemos discutido ampliamente, se podría concluir que cabe esperar una

cierta recuperación en el consumo de huevos, aunque parece aun observarse una cierta desconfianza en el consumidor, quizás porque los mensajes nutricionales de los expertos y de los medios de comunicación no son aun muy contundentes y existe todavía una cierta precaución. Siempre es difícil la introducción de mensajes nuevos y la consecución de sus fines, especialmente cuando el producto ha estado calificado negativamente durante años y ahora se pretende la reivindicación de las propiedades beneficiosas que siempre ha tenido, puesto que es difícil romper la desconfianza arraigada en el consumidor sobre un determinado producto.

No obstante, podría concluirse que los estudios científicos disponibles parecen ser bastante claros, lo que permitiría pensar que en un futuro es posible que ocurra una recuperación en el consumo de huevos. También es importante destacar que el consumo de huevos, en algunas poblaciones (como USA), va asociado al de otros productos que seguirían siendo considerados como restringibles, como son el bacon, las salchichas de frankfurt, etc. Ello supone también una dificultad añadida para estos consumidores, pues deben educarse en el consumo de huevos bajo formas no tradicionales.

---

## Bibliografía

- 1 Ascherio, A., Rimm, E.B., Giovannucci, E.L., Spiegelman, D., Stampfer, M., Willet, W.C. 1996. Dietary fat and risk of coronary heart disease in men: cohort follow up study in the United States. *BMJ*, 313: 84-90.
- 2 Barroeta, A.C. 1999. Estrategias nutricionales para el enriquecimiento de huevos. *Actas XXXVI Symposium de Avicultura. Asoc. Mund. Avic. Científica-Sección Española. Valladolid.*
- 3 Cepero, R. 1998. Modificación del valor nutritivo del huevo para su comercialización. Memoria de las Jornadas sobre calidad del huevo. Escuela Avicultura de Arenys.
- 4 Clarke, R., Frost, C., Collins, R., Appleby, P., Peto, R. 1997. Dietary lipids and blood cholesterol: Quantitative meta-analysis of metabolic ward studies. *BMJ*, 314: 112-117.
- 5 Codony, R., Barroeta, A.C., Grobas, S. 1995. Fatty acids and cholesterol. Recent improvements in egg nutritional value. *Actas VI European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. Zaragoza (España).*
- 6 Dawber, T.R., Nickerson, R.J., Brand, F.N., Pool, J. 1982. Eggs, serum cholesterol, and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 36: 617-625.
- 7 Edington, J.D., Geekie, M., Carter, R., Benfield, L., Ball, M. y Mann, J., 1989. Serum lipid response to dietary cholesterol in subjects fed a low-fat high fiber-diet. *Am. J. Clin. Nutr.*, 50: 58-62.
- 8 Esrey, K.L., Joseph, L., Grover, S.A. 1996. Relationship between dietary intake and coronary heart disease mortality: Lipid Research Clinics Prevalence Follow-up Study. *J. Clin. Epidemiol.*, 49: 211-216.
- 9 Grundy, S.M. y Denke, M.A., 1990. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. *J. Lipid Res.*, 31: 1149-1172.
- 10 Hasler, C.M. 2000. The changing face of functional foods. *J. Am. Coll. Nutr.*, 19 (5): 499S-506S.
- 11 Hegsted, D.M., McGandy, R.B., Myers, M.L., Stare, F.J. 1965. Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 17: 281-295.
- 12 Hopkins, P.N. 1992. Effects of dietary cholesterol on serum cholesterol: a meta-analysis and review. *Am. J. Clin. Nutr.*, 55: 1060-1070.
- 13 Hu, F.B., Stampfer, M.J., Rimm, E.B., Manson, J.E., Ascherio, A., Colditz, G.A., Rosner, B.A., Spiegelman, D., Speizer, F.E., Sacks, F.R., Hennekens, C.H., Willet, W.C. 1999. A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women. *JAMA*, 281: 1387-1394.
- 14 IFIC. 1999. Background on Functional Foods. International Food Information Council Foundation.
- 15 Katan, M.B., Berns, M.A.M., Glatz, J.F.C., Knuiman, J.T., Nobels, A. y De Vries, J.H.M., 1988. Congruence of individual responsiveness to dietary cholesterol and to saturated fat in humans. *J. Lipid Res.*, 29: 883-892.

- 16 Kestin, M., Clifton, P.M., Rouse, I.L. y Nestel, P.J., 1989. Effect of dietary cholesterol in normolipidemic subjects is not modified by nature and amount of dietary fat. *Am. J. Clin. Nutr.*, 50: 528-532.
- 17 Keys, A., Anderson, J.T., Grande, F. 1965. Serum cholesterol response to changes in the diet: II. The effect of cholesterol in the diet. *Metabolism*, 14: 759-765.
- 18 Kritchevsky, S.B., Kritchevsky, D. 2000. Egg consumption and coronary heart disease: an epidemiologic overview. *J. Am. Coll. Nutr.* 19 (5): 549S-555S.
- 19 McNamara, D.J., 1990. Dietary cholesterol: effects on lipid metabolism. *Current Opinion in Lipidology*, 1: 18-22.
- 20 McNamara, D.J. 2000. The impact of egg limitations on coronary heart disease risk: do the numbers up? *J. Am. Coll. Ntr.* 19 (5): 540S-548S.
- 21 Naber, E.C. y Squires, M.W., 1991. Changing the cholesterol and vitamin content of eggs for human nutrition. En: *Quality of Poultry Products II. Eggs and Egg Products*, (Oosterwoud y Uries, eds), pag.: 249-256. Doorwerth, Holanda.
- 22 Oh, S.Y., Miller, L.T., 1985. Effect of dietary egg on variability of plasma cholesterol levels and lipoprotein cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.*, 42: 421-431.
- 23 Pyöralä, K., 1987. Dietary cholesterol in relation to plasma cholesterol and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 45: 1176-1184.
- 24 Schmidt, D. 1999. Message understood? *Funct. Food*, 2: 24-26.
- 25 Schonfeld, G., Patsch, W., Ridel, L.L., Nelson, C., Epstein, M., Olson, R.E., 1982. Effects of dietary cholesterol and fatty acids on plasma lipoproteins. *J. Clin. Invest.*, 69: 1072-1080.
- 26 Simopoulos, A.P. y Salem, N., 1992. Egg yolk as a source of long-chain polyunsaturated fatty acids in infant feeding. *Am. J. Clin. Nutr.*, 55: 411-414.
- 27 Stadelman, W.J. y Pratt, D.E., 1989. Factors influencing composition of the hen's egg. *W.Poultry Sci.J.*, 45: 246-267.
- 28 Zeisel, S.H. 2000. Choline: needed for normal development of memory. *J. Am. Coll. Ntr.* 19 (5): 528S-531S





# 13

## **El mercado nacional e internacional del huevo**

Dña. Pilar Miró Piñol

# 13

## El mercado nacional e internacional del huevo

Dña. Pilar Miró Piñol

*Directora Agrupació de Productors d'Ous.*

### EL MERCADO DEL HUEVO EN ESPAÑA

#### 1 EL PRODUCTO

El huevo es un producto perecedero que se comercializa como:

##### 1.1 HUEVO FRESCO PARA CONSUMO

Los huevos aptos para el consumo humano directo son los denominados "huevos frescos" o huevos de categoría A. Se considera huevo fresco el obtenido desde el día de la puesta hasta el día 28 posterior. Debe cumplir además otra serie de características mínimas de calidad.

El huevo fresco para consumo se comercializa generalmente al por mayor en cajas de cartón, con alvéolos, de 30 o 15 docenas. En los supermercados o grandes áreas se comercializa en estuches de media o una docena y cualquier otro tipo de envase homologado que el cliente crea oportuno solicitar al vendedor, como pueden ser alvéolos con retráctil de 10, 18 o 24 huevos, etc.

En los lugares de venta al consumidor, se exige la retirada de los huevos 21 días antes de la fecha de consumo preferente, lo que hasta ahora se indica en el estuche, pero está previsto que a partir del 1 de enero del 2004 se indique dicha fecha directamente en la cáscara del huevo (hasta entonces es opcional).

Como es fácil deducir, el precio que obtiene el granjero comercializando el huevo fresco para el consumo directo es siempre el mejor posible, y desde luego, en la mayor parte de las ocasiones, mejor que el que se obtendría del destinatario a industria.

Los calibres más solicitados por el consumidor español son los XL y el L, pues se basa en el concepto erróneo que cuanto más gordo, más bueno. La asignatura pendiente del mercado español son los calibres pequeños (S y M) que se consumen habitualmente en zonas turísticas y hoteles.

##### 1.2 HUEVO FRESCO PARA INDUSTRIA

Es el huevo que se vende a las industrias, generalmente por kilos. El gran crecimiento de la industria de ovoproductos, en parte debido a la obligatoriedad de utilización de huevo pasteurizado en sus diferentes formas, ha supuesto para el granjero una buena salida para su producto, especialmente para el huevo de más de 8 días. Generalmente se venden para la industria los huevos de gallina del final del ciclo productor (los que se denominan huevos de gallina vieja) cuya característica principal es que tienen una cáscara más débil, son más frágiles, y ello supone que sean más difíciles de comercializar para el consumo de hogares. Lógicamente los precios del mercado de industria son más bajos que el del mercado de huevos para el consumo directo, aunque no siempre sucede así, pues el productor tiene un coste inferior de producción en algunos casos al evitarse la clasificación y el estuchado. Además de este huevo de categoría A, a la industria también se destinan huevos de las categorías B y C.

##### 1.3 HUEVO REFRIGERADO

Es el huevo conservado en cámara, por un tiempo determinado, superior a 28 días, cuyo único destino debe ser la industria. Es el huevo Categoría B.



En periodos punta de producción y precios bajos, el granjero tiene como solución, si su economía se lo permite, poner el huevo en cámara y venderlo a la industria en momentos de alza de precios.

En tiempos no muy lejanos, era muy corriente poner huevos en cámara para especular con los ciclos de mercado en espera de una prevista subida de precios, que normalmente se producía en determinados meses del año. Actualmente, con la ampliación de los mercados y la mayor demanda de empresas europeas, esta práctica casi ha desaparecido.

#### 1.4 HUEVO MICROFISURADO

Es el huevo microfisurado o sucio, destinado únicamente a industria. Se denomina huevo de categoría C y su precio es por supuesto muy inferior a todas las anteriores categorías.

Una correcta cría y manipulación de los huevos permitirá tener el mínimo posible de huevos fisurados y sucios.

#### 1.5 HUEVO ECOLÓGICOS Y ENRIQUECIDOS

Las nuevas tendencias socioculturales, la presión ecologista, el aumento del poder adquisitivo, las modas gastronómicas, etc., han supuesto una demanda de nuevos productos en el mercado. Algunos granjeros han intentado cubrir esta demanda con productos cuyo coste de producción y por tanto de venta, es mucho más alto.

El huevo es un alimento completo, que actualmente sale al mercado de diversas maneras, todas ellas desconocidas hasta no hace mucho, como por ejemplo huevos ecológicos, campero, puestos por gallinas criadas al aire libre que en principio están alimentados sólo con maíz, huevos enriquecidos, también los llamados Omega-3 y DHA (ácidos grasos poliinsaturados), etc.

## 2 FORMACIÓN DEL PRECIO

### 2.1 FORMACIÓN DEL PRECIO

La ley de la oferta y la demanda es la que inexorablemente determina el precio, aunque hoy en día en el mercado del huevo en España hay otros factores que pueden coincidir en la formación del precio, como son las lonjas.

Las lonjas también funcionan en otros países europeos, como se verá más adelante. Se pueden clasificar, tanto en España como en la Unión Europea, en "lonjas de concesión" y "lonjas de precio real". Las que funcionan en España son prácticamente todas "lonjas de concesión", pudiendo exceptuarse únicamente la de Bellpuig.

### 2.2 FUNCIONAMIENTO DE LAS LONJAS EN ESPAÑA

Las lonjas con mayor incidencia dentro del mercado español, son las de Reus, Madrid u Bellpuig.

Hay otras lonjas en el ámbito local como la de Barcelona, Toledo, Zaragoza, Valencia y otras repartidas por toda la geografía española.

Las lonjas son órganos tripartitos constituidos por productores, comerciantes y mayoristas que se reúnen una vez todas las semanas, habitualmente lunes y martes y establecen los precios según la idea que tienen sus componentes de la evolución del mercado.

La incidencia real que tienen hoy las lonjas en el mercado español es la derivada de las denominadas "lonjas de concesión".

Normalmente, las lonjas establecen un precio para las distintas categorías, que sirve de orientación a productores y comerciantes. La forma habitual de aplicar los precios se efectúa en base a realizar concesiones (rebajas en el precio de origen). Las concesiones van variando continuamente, cada vez

son más elevadas. Hace seis o siete años la concesión que se consideraba hasta exagerada era como máximo 25 Ptas. en docena tomando como referencia la lonja de Reus (aún hoy existen tratos que vienen de aquellos años) pero en estos momentos las concesiones son de 45 y hasta de 60 Ptas. y más ¿Qué significa esto? Pues que los precios de las lonjas sirven práctica y exclusivamente para negociar con las grandes superficies, pero no son indicativos ni sirven de referencia a la hora de la comercialización para el granjero.

La Lonja de Bellpuig (Lérida) es la que quizás se acerca más al modelo de "lonja de precio real" es decir, los precios que establece indican de una manera más aproximada el precio real mayor que se da en el mercado en ese momento.

Las lonjas españolas se caracterizan por la disparidad de precios para una misma categoría y un mismo mercado.

### 2.3 INCIDENCIAS DE LOS PRECIOS EUROPEOS EN EL MERCADO ESPAÑOL

La continua expansión de las empresas españolas en la Unión Europea, hace que los precios operativos diarios europeos incidan notablemente en los precios del mercado español. Me atrevería a decir que hoy en día los precios españoles son un reflejo y una consecuencia de los europeos.

## 3 DISTRIBUCIÓN Y VENTA

El sistema de lonjas desde sus inicios ha marcado los precios para los granjeros, porque éstos no salían directamente al mercado, se servían de los mayoristas para la comercialización y éstos últimos dominaban las lonjas, marcando los precios de referencia.

En el transcurso de los años los productores han incidido en el pequeño mercado de venta (tiendas, bares, mercados, etc.) produciendo una escalonada desaparición del clásico mayorista de hace 10/15 años, que marcaba los precios. La aparición de las

grandes superficies ha dejado el precio en origen (el mercado por las lonjas) como referencia de negociación con las mismas.

En la actualidad, la comercialización se realiza mayoritariamente a través de:

- Cooperativas y asociaciones de productores
- Grandes productores
- Grandes comerciantes
- Brokers europeos

Por tanto, los precios de los huevos se forman en gran parte por las operaciones que realizan estos agentes, que son los que influyen en el mercado.

Las cooperativas y los grandes productores concentran la oferta en el mercado español, pero en el momento de la venta en el mercado europeo es habitual que en España aparezca la figura del broker, que media en las operaciones intracomunitarias a cambio de una comisión.

Los precios de la Unión Europea en los últimos años han pasado a tener una influencia considerable en la fijación de los precios en el mercado español por la gran cantidad de operaciones que se realizan a este nivel y la capacidad de compra y de venta que tienen las empresas europeas.

### ■ Internet

Internet sin duda tendrá en un futuro próximo un papel determinante en el comercio del huevo, pero hoy está aún por desarrollar, limitándose en estos momentos solamente a la información del producto en sí. En España han comenzado ya algunas experiencias de venta "on line", aunque en opinión de esta ponente los sistemas utilizados hasta la fecha carecen de la necesaria flexibilidad que exige una lonja virtual adaptada a las características especiales de este sector.

También en la Unión Europea ha habido intentos de comercializar huevos a través de Internet, especialmente lo han intentado los holandeses que son los que han ido más lejos en este terreno. Actualmente hay diferentes proyectos de grandes operadores europeos y es predecible que, dada la importancia que está adquiriendo la venta a través de Internet, el éxito acompañe a algunos de ellos, pero hoy por hoy, el huevo está en la red prácticamente a efectos informativos, aunque se están realizando grandes esfuerzos económicos para que funcione la venta "on line".

## 4 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL MERCADO

### 4.1 FACTORES DE PRODUCCIÓN

En la actualidad, una de las características del sector es la variabilidad de la producción y en consecuencia de la oferta.

El sector en Europa ha sufrido en los años 1998 y 1999 sobreproducción y precios bajos, pero ello no ha supuesto un aumento del consumo directo del huevo cáscara. Únicamente ha progresado la industria de ovoproductos que viene creciendo un 10% anual en Europa.

España, con el crecimiento de la producción de los últimos años, ha iniciado con buen pie la comercialización de huevos en la Europa comunitaria como lo demuestran las 51.550 Tm en el año 2000.

### 4.2 FACTORES PATOLÓGICOS Y MEDIÁTICOS

Enlazando con lo anteriormente expuesto, un ejemplo de lo que estos dos factores combinados (patológicos y mediáticos) pueden llegar a producir en el mercado, lo tenemos con el caso de las dioxinas ocurrido en el año 1999 en Bélgica que produjo tal descalabro en el sector que los precios disminuyeron hasta en un 50%. La crisis produjo una bajada de reposiciones en el segundo trimestre de 1999 muy significativa. Todavía sin superar completamente la

crisis de las dioxinas se produjo otro factor sorpresa para el sector de avicultura de puesta europeo que vino a paliar la escandalosa bajada de los precios, como fue la patología "influenza aviar" en Italia en el primer trimestre del año 2000, con bajas de 8 a 10 millones de gallinas de puesta y un aumento de la demanda (es un país que gasta muchos huevos para la industria de elaboración de la tradicional pasta) en los países de su entorno, entre ellos, España.

Todos estos factores inesperados que surgen sorpresivamente, y que ven aumentada su importancia por la difusión y utilización que realizan los medios de comunicación, hacen que la planificación de la producción no sea objetiva, contrariamente a lo que podía suceder hace tres o cuatro décadas, cuando el poder mediático era casi inexistente y diferentes los hábitos alimenticios.

### 4.3 SISTEMAS ALTERNATIVOS

La crisis de las dioxinas ha acelerado el desarrollo de la producción alternativa (ecológicos, camperos, enriquecidos, etc.) que en Europa constituye el 13% de la oferta en la gran distribución y un 20% del valor de venta.

La adopción en julio de 1999 por la Unión Europea de la nueva directiva 1999/74/CE sobre el bienestar de las gallinas ha abierto una gran incertidumbre en el futuro del sector. Los productores tienen planteado un nuevo problema y tienen que prepararse para el desarrollo de sistemas de cría compatibles con esta directiva (jaulas enriquecidas, aviarios, aire libre, etc.) y ello supone un gran esfuerzo económico difícil de asumir y de imprevisibles consecuencias.

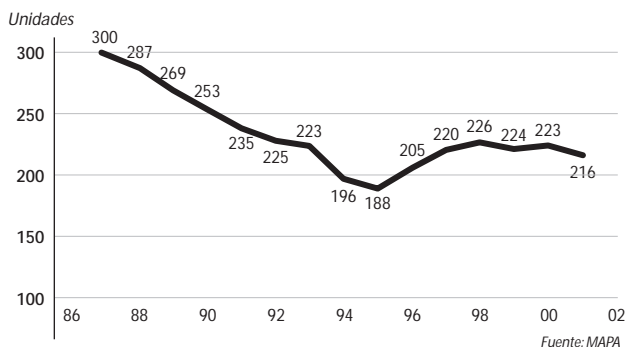
## 5 CONSUMO

### 5.1 REDUCCIÓN DEL CONSUMO DIRECTO EN HOGARES

El consumo directo en hogares en España, al igual que en el resto de países desarrollados, con los cambios de hábitos alimenticios y el mayor poder adquisitivo, ha descendido con

referencia los 20 años anteriores. Afortunadamente para la producción, esta bajada del consumo directo ha estado en parte paliada por el auge de las industrias de ovoproductos y hostelería, y por los esfuerzos de promoción realizados por el sector, un ejemplo es la creación del Instituto de Estudios del Huevo para difundir una imagen real y científica del producto que contrarreste algunas ideas preconcebidas y falsas sobre los efectos de la ingesta del huevo en la salud.

**Figura 1. Evolución del consumo de huevos por persona y año en España**



Respecto al gasto en huevos en los hogares españoles ha descendido de forma notable pasando del 6'8% en el año 1958 al 1'4% en el 2001.

## 5.2 AUMENTO DEL CONSUMO INDUSTRIAS VOPRODUCTOS

El consumo en España de kilos de huevo per capita era en el año 1986 de 16'4 Kg mientras que en el año 2001 fue de 13'7. Hay otros países europeos, como por ejemplo Francia que estaba en 15'4 Kg y ha subido a 15'9 Kg en el 2001. Básicamente,

este aumento se debe al auge de la industria de ovoproductos y sus elaborados, en la que nuestros vecinos nos llevan una buena ventaja.

Los ovoproductos, de los que existe una gran variedad en el mercado, son parte importante en el presente y el futuro de este sector. Actualmente en la Unión Europea el consumidor puede adquirir, además del clásico huevo líquido, en diferentes presentaciones y para diferentes aplicaciones, huevo en polvo, huevos duros, con o sin cáscara, huevos poché, huevos rellenos, tortillas variadas, etc.

Otro de los factores que ha contribuido a paliar el consumo del huevo en nuestro país, es el desarrollo de la industria de hostelería y restauración, tanto por el incremento del turismo exterior como por el cambio de hábitos de los españoles que cada vez más comen platos precocinados y fuera de casa, solo del año 2000 al 2001 ha habido un crecimiento del 8% en el consumo de platos preparados.

## EL MERCADO INTERNACIONAL

### LA UNIÓN EUROPEA

Desde la entrada de España en la Unión Europea, los cambios en el mercado español han sido remarcables.

Durante los años 87/93 España ha sido una gran importadora y prácticamente nula exportadora de huevos. Actualmente, hemos pasado a ser unos buenos comercializadores de huevo en Europa. Difícil será encontrar un país de la Unión Europea que no reciba semanalmente algunos miles de docenas de huevos españoles. Esto se debe principalmente al buen hacer de nuestros productores, que han dejado atrás instalaciones antiguas y vicios de tiempos donde daba igual una cosa que otra. Hoy podemos sentirnos orgullosos de la gran calidad de nuestra oferta. Hoy también sería difícil imaginar nuestro mercado sin la Unión Europea.

Ya en el año 1994 prácticamente se igualaron las importaciones con las exportaciones, pero a partir del año 1995 las exportaciones crecen continuamente llegando en el año récord del 2000 a 59.312 Tm, de las cuales 51.551 Tm fue comercio intracomunitario, siendo las importaciones solamente de 10.811 Tm, en el año 2001 ha habido un leve descenso, las ventas se aproximan a 49.000 Tm.

Para poner un ejemplo, España vendió a Francia, nuestro cliente más importante en este sector, en el año 1999, 14'180 toneladas de huevos cáscara, que viene a representar una salida media diaria de dos camiones. Una cifra muy estimable, pero que todavía queda muy lejos de lo que hacen nuestros vecinos, por su mayor experiencia en la exportación y porque saben

**Tabla 1. Evolución de las exportaciones de España (Tm., Equiv. Huevo cáscara)**

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Unión Europea</b>	1.890	3.557	8.226	12.530	18.893	19.131	21.879	43.591	51.551	42.380
<b>Países Terceros</b>	6.877	8.857	11.269	17.010	11.278	8.186	9.810	9.062	7.761	6.416
<b>TOTAL</b>	<b>8.767</b>	<b>12.414</b>	<b>19.495</b>	<b>29.540</b>	<b>30.171</b>	<b>27.317</b>	<b>31.689</b>	<b>52.653</b>	<b>59.312</b>	<b>48.796</b>

Fuente : Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales ( Agencia Tributaria ). Datos procesados por la Subd. General de Informática y Comunicaciones del M.A.P.A.

vender muy bien sus productos. Las estadísticas francesas, que suelen ser más fiables que las españolas, con respecto a 1999, dicen que los franceses han importado 51.130 toneladas de huevos y han exportado 39.713, y que el precio de los importados ha sido de media 3'63 francos kilo, mientras que el precio medio de los exportados de 6'60 francos kilo, es decir, prácticamente el doble, y un buen negocio para ellos.

En los países de la Unión Europea el sistema de "lonjas de concesión" se da solamente en Italia y Portugal, el resto, son "lonjas de precio real" que se basa en la información diaria de los diferentes operadores que utilizan los índices de los precios cerrados los días anteriores.

Los mercados más importantes en Europa son Rungis en Francia, Weser-Erm en Alemania, el llamado EIPRO'95 en Holanda, Kruishoutem en Bélgica, Forli y Milán en Italia y Beira en Portugal. Hay pocas noticias sobre el mercado en Gran Bretaña, aunque en el año 2001 se han incrementado notablemente las ventas.

## MERCADO MUNDIAL

### PRINCIPALES PRODUCTORES

La Unión Europea es junto a China y Estados Unidos una de las zonas de mayor producción en el mundo. Pero aunque la producción y el consumo mundial crecen al 3% anual desde 1994, en la Unión Europea permanece estable, a pesar del dinamismo de la industria de ovoproductos y el desarrollo de sistemas alternativos de cría, sobre todo en los países del norte.

El comercio mundial está dominado por Estados Unidos y la Unión Europea, y está dirigido principalmente a los países asiáticos y de Extremo Oriente.

El primer productor de la Unión Europea es Francia, que produce aproximadamente el 20% del total de la producción. Esto se debe al dinamismo de la industria de ovoproductos que crece de año en año aumentando ventas tanto en el mercado europeo, como con países terceros. En 1999 la producción de ovoproductos en Francia alcanzó 217.000 Tn de huevo líquido,

que equivale a 254.000 Tn de huevo en cáscara, es decir, un 26% de la producción francesa de huevos.

La tendencia mundial es un ligero aumento del consumo. Hay países pertenecientes al tercer mundo que podrían aumentar bastante el consumo, como por ejemplo la India que a pesar de ser el quinto productor mundial, tiene solamente un consumo en el año 1999 de 34 huevos por persona y año, o Brasil, que siendo el 7º productor, tiene un consumo de 89 huevos por persona y año. Estos países y otros tercermundistas podrían ser potenciales importadores de otras zonas como la Unión Europea, pero sus economías no permiten estas transacciones comerciales.

#### COMERCIO ESPAÑOL CON PAISES TERCEROS

El comercio español de huevos con países terceros (que gozan de restitución) se limita casi exclusivamente a África del Norte, pues los países del Este europeo que hace seis ó siete años eran un buen mercado, han quedado automáticamente excluidos por falta de liquidez y los países asiáticos y

Oriente Medio están dominados por los holandeses, franceses (estos últimos con ovoproductos) y los americanos.

La Unión Europea exportó a países terceros 258. 489 Tm en el 2001, de las cuales España exportó 6.416 Tm. Como ya se ha dicho, los mejores exportadores europeos a países terceros son Holanda con 100.155 Tm, Alemania 45.850 Tm y Francia 38.607 Tm. Todas estas cifras son del año 2001.

Italia en el contexto europeo es el 4º país exportador a países terceros y es curioso comprobar que en el año 2000 exportó poco menos que en 1999, cuando en el 2000 tuvo que comprar masivamente huevos a otros países de la Unión Europea, entre ellos España.

En los cuadros siguiente elaborado por el USDA, en el que se reflejan la producción y el comercio mundial, importaciones y exportaciones, en los años 1992 a 2001, la producción ha crecido ligeramente pero hay zonas productoras como China que en 9 años ha duplicado prácticamente la producción, mientras que la Unión Europea se mantiene estable, Estados Unidos crece ligeramente y Rusia decrece de forma paulatina.

*Tabla 2. Principales países productores de huevos. (Miles de Tm)*

PAISES	1992	1996	1997	1998	1999	2000	2001	%
EE. UU.	4.464	4.822	4.894	5.033	5.225	5.318	5.406	10,5
CANADÁ	357	371	374	377	388	416	422	0,8
MÉJICO	1.326	1.641	1.775	1.884	2.043	2.215	2.270	4,4
BRASIL	894	1.004	794	859	930	932	950	1,8
U. E.	4.923	5.182	5.255	5.348	5.396	5.500	5.695	11,1
RUSIA	2.703	1.985	2.010	2.079	2.079	2.136	2.155	4,2
CHINA	12.851	15.982	17.788	19.389	23.014	24.024	24.413	47,5
JAPÓN	2.703	2.696	2.683	2.654	2.644	2.649	2.652	5,2
OTROS	3.797	6.779	7.107	6.868	6.973	7.419	7.461	14,5
<b>TOTAL</b>	<b>34.018</b>	<b>40.462</b>	<b>42.680</b>	<b>44.491</b>	<b>48.692</b>	<b>50.609</b>	<b>51.424</b>	<b>100,0</b>

Fuentes : USDA y DG VI ( Comisión de las Comunidades Europeas).

Tabla 3. Comercio mundial de huevos. (Miles de Tm)

IMPORTACIONES								
PAISES	1992	1996	1997	1998	1999	2000	2001	%
EE. UU.	3	4	5	4	6	6	7	2,2
CANADÁ	26	38	42	50	46	36	37	11,7
MÉJICO	7	10	14	17	11	12	12	3,8
U. E.	28	24	28	23	22	37	19	6,0
POLONIA	61	11	5	6	5	5	4	1,3
RUSIA	5	3	3	3	3	4	5	1,6
HONG /KONG	103	109	94	94	95	90	93	29,5
JAPÓN	49	114	110	107	124	125	113	35,9
OTROS	93	21	13	30	25	29	25	7,9
<b>TOTAL</b>	<b>375</b>	<b>334</b>	<b>314</b>	<b>334</b>	<b>337</b>	<b>344</b>	<b>315</b>	<b>100,0</b>
EXPORTACIONES								
PAISES	1992	1996	1997	1998	1999	2000	2001	%
EE. UU.	119	191	172	165	122	130	133	22,2
CANADÁ	26	25	20	23	29	35	35	5,9
BRASIL	1	1	1	0	2	17	28	4,7
U. E.	157	219	234	260	288	260	258	43,1
INDIA		3	16	20	17	18	22	3,7
CHINA	61	60	60	57	49	67	59	9,9
OTROS	75	74	86	83	68	70	63	10,5
<b>TOTAL</b>	<b>439</b>	<b>573</b>	<b>589</b>	<b>608</b>	<b>575</b>	<b>597</b>	<b>598</b>	<b>100,0</b>

Fuentes : USDA y DG VI ( Comisión de las Comunidades Europeas).

