

Facultad de Veterinaria
Departamento Animales de Granja
Área Avicultura y Pilíferos
Ciencia y tecnología de las aves y los productos avícolas

Guía: Huevo Consumo



Deborah ROBERT
Daniel BARUCH
Susana CASANOVA

Edición 2019

Facultad de Veterinaria
Departamento Animales de Granja
Área Avicultura y Pilíferos
Ciencia y tecnología de las aves y los productos avícolas

Guía Huevo Consumo

Deborah ROBERT
Daniel BARUCH
Susana CASANOVA

Edición 2019

Autoría:

Ayudante Dra. Deborah ROBERT

Ayudante Dr. Daniel BARUCH

Revisión académica:

Profesora Dra. Susana CASANOVA

Corrección de estilo:

Dra. Claudia BORLIDO

Material financiado por el proyecto Métodos Alternativos de Aprendizaje (MEAAP). Departamento de Educación Veterinaria, Facultad de Veterinaria, Udelar.

ISBN: 978-9974-94-758-0

Tabla de contenido

Abreviaturas	5
Prólogo	6
Agradecimientos.....	7
1. Introducción a la industria productora de huevo consumo a nivel nacional e internacional.....	8
1.1 Nacional	8
1.1.1 Producción nacional.....	8
1.1.2 Exportaciones e Importaciones.....	9
1.1.3 Consumo de huevo	11
1.2 Internacional	11
1.2.1 Producción del huevo.....	11
1.2.2 Comercialización internacional.....	13
1.2.3. Consumo de huevo a nivel mundial	14
Bibliografía consultada.....	15
2. Estructura y composición del huevo.....	16
2.1 Estructura.....	16
2.1.1 Cáscara	16
2.1.2 Albumen	18
2.1.3 Yema	19
2.2 Composición	20
2.2.1 Cáscara	20
2.2.2. Albúmina	20
2.2.3. Yema	20
Bibliografía consultada.....	21
3. Manejo del huevo a nivel de la granja y <i>packing</i>	23
3.1 Recolección:	23
3.1.1 Recolección automática	24
3.1.2 Recolección manual	24
3.2 Transporte a planta.....	26
3.3 Recepción y clasificación.....	26

3.4 Envasado	27
3.5 Conservación	27
3.6 Transporte.....	29
Bibliografía consultada.....	29
4. Principales parámetros de evaluación de calidad y frescura	31
4.1 Introducción	31
4.2 Procesos que ocurren en el huevo post postura	33
4.3 Calidad y formas de evaluarla	34
4.4 Calidad externa.....	34
4.4.1 Limpieza	34
4.4.2 Color.....	34
4.4.3 Peso	35
4.4.4 Forma	35
4.4.5 Irregularidades	36
4.4.6 Integridad	36
4.4.7 Espesor	36
4.4.8 Resistencia.....	37
4.5 Calidad interna.....	37
4.5.1 Yema	38
4.5.2 Albumen	39
4.5.3 pH.....	39
4.5.4 Microbiológica	39
4.6 Técnicas de evaluación de calidad de huevo	40
4.6.1 Ovoscopia	40
4.6.2 Medición de grosor de cáscara	41
4.6.3 Medición de unidades Haugh.....	43
.....	43
4.6.4 Índice yema	44
4.6.5 Índice de forma.....	45
Bibliografía consultada.....	45

5. Consumo de huevo a nivel humano y sus efectos.....	48
5.1 Valores nutricionales.....	48
5.1.1 Ácido fólico.....	50
5.1.2 Yodo.....	50
5.1.3 Selenio.....	51
5.1.4 Vitaminas.....	51
5.1.5 Ácidos grasos omega 3.....	52
5.1.6 Colesterol.....	52
5.2 Recomendaciones y beneficios según rangos etarios.....	53
5.2.1 Infante.....	53
5.2.2 Embarazo y lactancia.....	53
5.2.3 Ancianos y convalecientes.....	53
5.3 Alergias a la proteína de huevo.....	54
5.4 Controversias sobre el consumo de huevo.....	55
Bibliografía consultada.....	56

Abreviaturas

CE: Comisión Europea

FAO: Food Agriculture Organization

FAOSTAT: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

IF: Índice de forma

IY: Índice de yema

MSP: Ministerio de Salud Pública

ODEPA: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Chile)

RBN: Reglamento Bromatológico Nacional

SAGARPA: Secretariat of Agriculture and Rural Development (México)

SMA: Sistema de Monitoreo Avícola

SNIG: Sistema Nacional de Información Ganadera

Tm: toneladas métricas

UE: Unión Europea

UH: Unidades Haugh

UNA: Unión Nacional de Avicultores

UNP: Utilización neta de la proteína

USDA: National nutrient Database for standard

Prólogo

El contenido de esta guía fue producido como material de apoyo para el curso del orientado de tecnología e higiene de productos de origen animal, de la materia Ciencia y Tecnología de las Aves y de los Productos Avícolas.

Para la interpretación del contenido de la presente guía se sugiere contar previamente con los conocimientos dictados en el curso de Patología Clínica y Producción Avícola, en el cual se establecen ciertos conocimientos previos como ser:

- Anatomía y fisiología de la especie *Gallus domesticus*.
- Líneas genéticas destinadas a la producción de huevo consumo.
- Etapas del ciclo productivo en ponedoras, cría, recría y postura.
- Las características de dichas etapas y posibles problemas que se presentan en cada una de ellas.
- Manejo de edad, peso, uniformidad y conformación del lote adecuados a la etapa de crecimiento para alcanzar la madurez sexual iniciando la etapa de postura.
- Manejo de galpón la posible aplicación de programas para extender el período de postura («replume»).

Agradecimientos

Agradecemos a la Facultad de Veterinaria que a través de los proyectos MEAAP permitió la realización de la presente guía de apoyo al estudiante.

A la docente Dra. Susana Casanova por el apoyo y dedicación a la tarea docente que inspiró la redacción de esta guía para los estudiantes y por su amplia disposición a la revisión de la misma.

1. Introducción a la industria productora de huevo consumo a nivel nacional e internacional

1.1 Nacional

1.1.1 Producción nacional

En nuestro país según el *Reglamento Bromatológico Nacional* (RBN) se define al huevo como el producto generado en el aparato reproductor de la especie aviar *Gallus domesticus* (gallina). Cuando provenga de otras aves se designará con el nombre de la especie a la que pertenece (RBN 315/994).

Según el *Anuario Estadístico Agropecuario 2018*, en los últimos años, la producción (huevo/gallina /año) ha tenido una leve fluctuación volviendo al parámetro de 269 Huevos/gallina /año (ver tabla 1). La mayoría del mercado se ve abastecido por un pequeño número de empresas las que emplean sistemas de producción en jaula. Sin embargo, en los últimos años, ha surgido una demanda del mercado por producciones ecológicas y bajo pautas de bienestar animal, lo que ha generado que se desarrollen nuevos sistemas de producción. Estos sistemas serían menos eficientes en la producción de huevos, pero se presentan como nichos de mercado cada vez más importantes debido a que consiguen acceder a mejores precios con sus productos diferenciados.

Tabla 1: Producción de huevos en Uruguay			
Año	2002	2014	2016
Producción (huevo/gallina /año)	269	278	269

Fuente: [HTTPS://DESCARGAS.MGAP.GUB.UY/DIEA/ANUARIOS/ANUARIO2018/ANUARIO_2018.PDF](https://descargas.mgap.gub.uy/diea/anuarios/anuario2018/anuario_2018.pdf)

En cuanto al tipo de alojamiento en nuestro país, se puede decir que el predominante es la jaula tradicional no automatizada alojando al 52% de las aves, seguido del galpón automático (36%) y en piso confinado el restante 12%. El piso confinado es utilizado principalmente por los productores de menos de 20.000 aves, especialmente aquellos con capacidad de alojamiento entre 500 y 10.000 aves (Encuesta postural comercial, 2016).

La mayoría de los establecimientos productores de huevo de consumo se encuentran ubicados en las cercanías de los centros poblados del sur del país (Montevideo, Canelones y San José). Las

líneas genéticas utilizadas para la producción masiva de huevo son las *Hy-line*, *Lohmann* y *Lohmann Brown*.

Según la encuesta sobre postura comercial del año 2016, se estima que en los departamentos de Montevideo, Canelones y Florida existieron 138 explotaciones con más de 500 aves de postura que se dedicaban a la producción de huevos con destino comercial, siendo el 61% de estas el estrato de menor producción (500-10.000 aves de capacidad). Únicamente el 24% se dedica exclusivamente a la etapa de postura, mientras que el 76% restante trabaja todas las etapas del ciclo productivo (cría, recría y postura) (ver tabla 2).

Se estima que el 72% de los productores realiza producción propia mientras que solo el 28% efectúa el régimen de facón, pero, en las explotaciones que solo efectúan la etapa de postura, el porcentaje de facón asciende a 64% (Encuesta Postural Comercial, 2016).

En el 2016 el 80% de los huevos producidos fueron de coloración amarronada, mientras que el 20% restante fueron blancos (Encuesta postural comercial, 2016). Esto puede estar influenciado por las preferencias de los consumidores hacia este tipo de producto que se asocia a los huevos de coloración amarronada con «huevo casero» o «huevo de campo», aunque estos dos tipos poseen el mismo valor nutritivo.

En nuestro país, desde el año 2013 por la resolución ministerial 569, las plantas de *packing* de huevos, únicamente pueden recibir sus insumos de establecimientos registrados en forma electrónica ante el Sistema de Monitoreo Avícola (SMA) del Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG).

Tabla 2: Explotaciones de aves de postura, según tamaño productivo. Año 2016		
Tamaño productivo según capacidad (N° de aves)	Explotaciones	
	Totales	
	Cantidad	%
Total	138	100
500 a 10.000	83	61
10.001 a 20.000	24	18
20.001 a 50.000	13	9
Más de 50.000	17	12

Fuente: ENCUESTA POSTURA COMERCIAL, 2016

1.1.2 Exportaciones e Importaciones

En Uruguay la producción de huevo se realiza casi exclusivamente para satisfacer el mercado interno, existiendo exportaciones de poco volumen. No obstante, la producción se ha mantenido en el correr de los años. Las importaciones han decrecido en contraposición con las exportaciones que han aumentado ampliamente (Ver tabla 3).

Tabla 3: Evolución de la producción, importación, exportación y consumo interno de huevos; según año. Período 2011-2018

Año	Producción ⁽¹⁾	Importación ⁽²⁾	Exportaciones ⁽²⁾	Consumo interno	
				Global ⁽¹⁾	Por habitante ⁽³⁾
2011	2.100.000	39.540	21	2.139.519	229
2012	2.000.000	43.170	63	2.043.107	218
2013	1.900.000	40.726	555	1.940.171	206
2014	1.850.000	34.790	447	1.884.343	199
2015	1.900.000	25.096	11	1.925.085	203
2016	2.000.000	37.828	912	2.036.916	214
2017	2.200.000	36.566	669	2.235.897	234
2018 ⁽⁴⁾	2.100.000	16.747	1.648	2.115.099	221

Debido a ajustes en la metodología se corrigieron datos desde el 2011.

- (1) Se expresan en cajas de 30 docenas.
- (2) Estimación equivalente en cajas de 30 docenas y los diferentes productos importados o exportados (huevo líquido, en polvo, merengues, etc).
- (3) Expresado en unidades.
- (4) Producción: estimación preliminar de todo el año 2017. Importaciones-exportaciones: hasta junio 2018.

Fuente: https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2018/Anuario_2018.pdf

Cabe recalcar que, si bien el dato de exportaciones incluye huevo entero, huevo líquido, en polvo y merengues, solamente se ha exportado huevo entero.

Como se puede ver en la siguiente tabla, en el año 2017, la mayor importación de huevos provino de Argentina, seguido de Brasil a una escala inferior.

Tabla 4: Importaciones de productos de origen aviar, por origen (en toneladas) año 2017								
Tipo de producto	Argentina	Brasil	Chile	España	Francia	Paraguay	EE.UU	Total
Huevos y derivados	3.959	387	-	28	2	2	-	4.379
Carne y productos cárnicos de aves	795	2.347	352	13	1	-	5	3.513

Fuente: https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2018/Anuario_2018.pdf

1.1.3 Consumo de huevo

En el año 2018 el consumo fue de 221 huevos *per cápita* de forma anual (ver Tabla 3), no variando mucho en los últimos años. Este consumo es un parámetro importante para dimensionar la importancia de la industria y para comparar los mercados. Este valor de consumo se encuentra íntimamente relacionado con la disponibilidad de otras fuentes de proteínas y el poder adquisitivo de la población de cada país, siendo el huevo una fuente económica, rica en proteínas y sin aminoácidos esenciales limitantes.

Es importante destacar que el parámetro de consumo de huevo *per cápita* es un valor que se compone del consumo de todas las formas de comercialización de huevo, es decir, huevo fresco, huevo líquido, merengues, etc.

El consumo de huevo como fuente proteica aumenta cuando las otras carnes incrementan su precio, pero, cuando la situación económica del país mejora, el consumo de huevo se ve reducido ya que se incrementa el consumo de otras fuentes de proteínas.

1.2 Internacional

La domesticación empezó en la India (sudeste asiático), con la especie de gallina silvestre llamada *Bankiva* (II AC). Posteriormente, los egipcios, quienes inventaron el primer sistema de incubación artificial y, recién en el siglo VI AC, fueron introducidas a Europa.

1.2.1 Producción del huevo

A nivel mundial la producción de huevo consumo tiene como principal objetivo abastecer los mercados internos de cada país, siendo el comercio internacional relativamente insignificante salvo algunas excepciones, sobre todo en la Unión Europea (ODEPA, 2018).

La producción mundial de huevos en período 2000-2016 ha aumentado en un 42%, a una tasa promedio anual de 2,2%. En la tabla 5 se puede observar que la producción del año 2016 alcanzó los 1.360 billones de unidades de huevos equivalente a 72 millones de toneladas métricas, lo que representó un 1,3% más que el año anterior (ODEPA, 2018).

La tabla 6 evidencia la producción de huevos/país en Tm (toneladas métricas). Se puede apreciar que China es el principal productor a nivel mundial (30 millones de Tm), seguido por EEUU (5.8 millones de Tm), e India (4.4 millones de Tm); siendo Asia quien más aporta a nivel mundial seguido de América y Europa.

Algunos productores en la Unión Europea y Estados Unidos, están migrando desde sistemas tradicionales de producción de huevos (jaula de batería o piso), a sistemas tipo *free-range*, motivado por las preocupaciones de los consumidores en términos de bienestar animal. Esto ha generado un menor crecimiento en términos de producción de huevos en relación con el crecimiento en existencias de gallinas ponedoras (ODEPA, 2018).

América latina produce aproximadamente el 11 % de los huevos del mundo y alrededor de un tercio de la producción se origina en México. Como se puede observar en la tabla 5, Brasil, Argentina y Colombia están dentro de los 25 primeros productores mundiales, mientras que Uruguay ocupa el puesto 74 (Sitio Avícola, 2011).

Tabla 5: Producción latinoamericana de huevo 2009		
País	Producción en toneladas	Clasificación mundial
México	2.383.744	5
Brasil	1.922.000	7
Argentina	643.066	16
Colombia	580.904	22
Perú	268.707	33
Venezuela	160.000	42
Chile	137.000	48
Paraguay	127.619	49
Guatemala	127.224	50
Cuba	106.779	53
Ecuador	93.587	56
República Dominicana	91.932	58
Bolivia	68.600	65
El Salvador	64.250	67
Uruguay	54.000	74
Costa Rica	51.720	77
Honduras	51.313	78
Panamá	23.938	100
Nicaragua	23.221	104
Puerto Rico	11.993	120

Fuente: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2044/analisis-del-mercado-mundial-del-huevo-y-ovoproductos/>

Tabla 6: Evolución de producción de huevo en Latinoamérica (Toneladas)			
País	2000	2009	Cambio (%)
México	1.787.940	2.383.744	33
Brasil	1.509.464	1.922.000	27
Argentina	326.935	643.066	97
Colombia	322.002	580.904	80
Perú	162.280	268.707	66
Venezuela	174.620	160.000	-8
Chile	109.755	137.000	25
Paraguay	67.609	127.619	89
Guatemala	81.000	127.224	57
Cuba	75.751	106.779	41
Ecuador	72.150	93.587	30
República Dominicana	58.700	91.932	57
Bolivia	38.935	68.600	76
El Salvador	61.278	64.250	5
Uruguay	37.000	54.000	46
Costa Rica	40.958	51.720	26
Honduras	41.241	51.313	24
Panamá	12.380	23.938	93
Nicaragua	19.706	23.221	18
Puerto Rico	8.877	11.993	35
TOTAL:	5.008.581	6.991.597	40

Fuente: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2044/analisis-del-mercado-mundial-del-huevo-y-ovoproductos/>

1.2.2 Comercialización internacional

La importación y la exportación de huevo se encuentran condicionadas, entre otros factores, por los gustos de los consumidores, el precio y los costos de transporte de un país a otro. Así como, la

presencia de enfermedades que constituyen barreras comerciales como Influenza aviar, Newcastle y Salmonella, entre otras.

El crecimiento en América Latina en el período 2000-2009 fue de casi 2 millones de toneladas, un total del 40% (Tabla 6). Uruguay vio aumentada su producción en un 46%, mientras que Brasil solo un 27% y Argentina un 97%. El incremento de la producción en México y Brasil representó alrededor del 50% del crecimiento latinoamericano (sitio Avícola, 2011).

Estas cifras demuestran el compromiso de la industria latinoamericana en un esfuerzo para invertir en producir huevos y productos derivados más eficientemente, así como, cumplir con las demandas crecientes para el consumo local.

1.2.2.1 Exportaciones

En el mapa (Figura 1) se puede determinar que en el año 2017 los principales exportadores a nivel mundial fueron Turquía y Estados Unidos.

El mayor flujo comercial de huevos con cáscara se produce en Europa, siendo el 58% de las exportaciones mundiales del producto. Dentro de los principales países exportadores de la Unión Europea se destacan los Países Bajos, con una participación de 20,4% del total mundial y 1,2 millones de toneladas exportadas en 2013 (sitio Avícola, 2014).

Cabe destacar que, esta dinámica de comercialización, ocurre gracias a que todos los productos se mueven entre los países de la Unión Europea sin aranceles, sumado a que las distancias entre los mercados son cortas. Sin embargo, durante los últimos años, se ha evidenciado un retroceso en las ventas, debido posiblemente a la entrada en vigencia de la nueva legislación sobre bienestar animal, que implica que los alojamientos de las aves deben cumplir ciertos requisitos de espacio y diseño, lo que ha impactado de manera importante en la producción local. A causa del aumento de los costos de producción, los países con recursos laborales y de alimentos balanceados más baratos continuarán aumentando su participación en el mercado de la UE (sitio Avícola, 2014).

1.2.2.2 Importaciones

A continuación, se puede observar en el mapa (Figura 2) los principales importadores en relación con millones de USD. Destacando Iraq y Alemania como los principales exportadores, seguidos de México y Rusia.

1.2.3. Consumo de huevo a nivel mundial

De 1970 a 2012 el consumo mundial *per cápita* promedio pasó de 11,51 a 16,27 kg y registró una tasa de crecimiento media anual de 0,83 %. En ese período el consumo *per cápita* en México aumentó de 7,11 a 20,8 kg y en China de 1,89 a 20,4 kg. En tanto, en Estados Unidos y Nueva Zelanda se observó una disminución del consumo (FAOSTAT, 2013; UNA, 2013).

Comparando el consumo per cápita/año de huevos de 159 países en el año 2013, Japón obtuvo el mayor consumo con 19,2 kg, seguido de Paraguay, China y México (ver gráfico 3). En el otro extremo de la escala estaba Ruanda con 0,160 kg, Chad con 0,240 kg y Níger con 0,300 kg. El consumo medio mundial fue de 8,92 kg. Históricamente, el consumo promedio de huevo *per cápita* alcanzó un máximo histórico de 8,95 kg en 2011 y un mínimo histórico de 4,54 kg en 1963 (Heigi Library, 2013).

Bibliografía consultada

Anuario Estadístico Agropecuario 2018, Disponible en: https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2018/Anuario_2018.pdf Fecha de consulta 26-02-19

Encuesta postural comercial, 2016, Estadísticas Agropecuarias (DIEA), Serie de encuestas n°340

FAO (2013), Revisión del desarrollo avícola, Versión digital; <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf>

FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2013. <http://faostat.fao.org/>

Heigi Library, 2013, Egg Consumption Per Capita by Country Disponible en: <https://www.helgilibrary.com/indicators/egg-consumption-per-capita/>, Fecha de consulta 25-2-19

ODEPA, 2018, Panorama y mercado del huevo, disponible en <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/04/Huevos.pdf>, Fecha de consulta 25-2-19

Res. ministerial 569/013 . Implantación y puesta en funcionamiento del SMA

Sitio Avícola, 2011. Análisis del mercado mundial del huevo y ovoproductos. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2044/analisis-del-mercado-mundial-del-huevo-y-ovoproductos/>, Fecha de consulta 25-2-19.

Sitio Avícola, 2014. Situación mundial de la industria de huevo. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2582/situacion-mundial-de-la-industria-de-huevo/> Fecha de consulta 26-02-19

TRADEMAP. Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas. Disponible en: <https://www.trademap.org/Index.aspx> Fecha de consulta 26-02-19

UNA (Unión Nacional de Avicultores). Compendio de indicadores económicos del sector avícola. México 2013.

2. Estructura y composición del huevo.

Los huevos pueden variar en su forma, tamaño y color, pero todos tienen los mismos componentes: yema, albúmina y cáscara (ver figura 3). Estas tres partes están separadas entre sí por membranas, la albúmina se separa de la cáscara por las membranas de la cáscara (tectáceas), mientras que la yema está envuelta por la membrana vitelina la que la separa de la albúmina (Jacobs y col., 2000). Se distingue el eje longitudinal (eje mayor) y el transversal (eje menor) así como el polo basal y apical (Fangaud, 1968).

2.1 Estructura

Según Sastre y col. (2002) las proporciones medias de los componentes son: 31% yema, 58% albúmina y 11% cáscara. Cabe destacar que las proporciones establecidas pueden variar mínimamente según el autor.

2.1.1 Cáscara

Es la capa más externa del huevo, esta recubre a la albúmina en su totalidad (ver figura 3). Ocupa aproximadamente el 10% del peso total del huevo y tiene un espesor, en el caso del huevo de gallina, de 300 a 400 μm (Sauveur, 1993). La cáscara le da la forma sólida (elipsoidal) y constituye la cubierta protectora frente a los agentes externos (Fangaud, 1968).

La cáscara de huevo se compone de cinco capas morfológicamente distintas, que se fabrican de forma secuencial durante el paso del huevo a través del oviducto. Como se puede observar en la figura 4, desde el exterior hacia el interior estas capas son: cutícula, capa en empalizada, capa mamilar, membrana externa y membrana interna (Rose y Hinckle, 2009).

La cáscara está atravesada por numerosos poros (entre 7000-15.000 con una densidad entre 70-200 poros por cm^3) que permiten el intercambio gaseoso entre el interior y exterior del huevo (Sauveur, 1993). El número total de poros por cáscara es variable entre huevos de una misma línea genética o de una misma especie. Los huevos procedentes de una misma gallina muestran una porosidad relativamente constante. La distribución de los poros no es homogénea, son más numerosos en la zona del ecuador, así como en el polo mayor donde coincide con la cámara de aire y son escasos en el polo menor (Romanoff y Romanoff, 1949).

En la siguiente figura (figura 5) se ejemplifica el flujo de gases a través de los poros. Para tener una dimensión del intercambio gaseoso que se produce a través de estos poros, se puede citar el ejemplo del desarrollo embrionario donde penetran 4,6lt de oxígeno y abandonan unos 3,9lt de dióxido de carbono (Etches, 1998). Cabe recalcar que un huevo de consumo no puede presentar embrión alguno, ya que, en los galpones de gallinas ponedoras no hay ave macho, por ende, la yema no puede estar fecundada.

La totalidad de la superficie externa de la cáscara se encuentra cubierta por una capa serosa llamada cutícula. Su espesor es variable (media de 10µm), aumentando su profundidad en el sitio de apertura de los poros. La función de esta capa aparentemente consiste en la regulación del ambiente interno del huevo, ya sea protegiéndolo de invasión microbiana o de la desecación (Parson, 1982), actuando como barrera natural.

Adheridas a la cáscara en su porción interna se encuentran las membranas testáceas externa e interna, antiguamente denominadas coquiliarias o «fárfaras» (Fangaud, 1968). Estas, en el polo romo del huevo van a dar lugar a la formación de la cámara de aire. Son 2 membranas fuertemente pegadas una a la otra y tienen conjuntamente un espesor medio de 70µm (Sauveur, 1993).

La membrana interna está en íntimo contacto con la capa fluida externa de la albúmina, mientras que, la membrana externa se encuentra en estrecho contacto con la cáscara. Son plegables mientras están húmedas, pero se vuelven quebradizas cuando se secan y aunque son muy finas son marcadamente fuertes (Romanoff y Romanoff 1949).

Una vez que el huevo es puesto, su temperatura disminuye. Los componentes internos se contraen por la menor temperatura y las membranas interna y externa se separan, usualmente en el polo mayor, formándose así la cámara de aire. El volumen (altura) de esta cámara se modifica con el tiempo debido, en parte, a intercambios gaseosos y a la pérdida de vapor de agua (Jacobs y col., 2000). Además de aire, se almacena gas carbónico procedente de los bicarbonatos; este CO₂ se libera con más o menos rapidez, según la temperatura a la que se mantenga el huevo (Chingal, 2015).

Partiendo de su parte más interior, la cáscara posee una trama proteica que se puede dividir en 2 zonas, capa mamilar y capa esponjosa (Sauveur, 1993) (figura 6).

a. Capa mamilar o interna

Esta resulta de la yuxtaposición de protuberancias cónicas o mamilares, cuyo extremo está constituido por fibras que se encuentran profundamente entremezcladas con las de la membrana cocliaria externa. En el centro de cada protuberancia se encuentra un nódulo proteico o núcleo mamilar, en el que se inicia el proceso de la calcificación (Sauveur, 1993). Esta capa constituye la porción menor de la cáscara, un tercio del total (ver figura 6).

b. Capa esponjosa, empalizada o externa

Se encuentra por encima de la capa mamilar (capa empalizada) y está fuertemente pegada a esta. En el huevo de gallina, la capa esponjosa constituye la mayor parte de la cáscara y contrariamente a su nombre, en condiciones normales esta capa es muy compacta (Romanoff y Romanoff, 1949) (ver figura 7).

Se encuentra formada por columnas cristalinas ubicadas en dirección perpendicular a la superficie del huevo, las que se generan de los núcleos mamilares de la capa mamilar. Su región más externa

está compuesta por una capa de mayor densidad de carbonato de calcio que el resto. (Parson, 1982).

Existe una relación inversamente proporcional entre la densidad de las protuberancias mamilares en relación con la fuerza de resistencia de la cáscara. Cáscaras con mayor número de protuberancias por unidad de superficie presentan también relativamente mayor área intersticial entre las protuberancias; y este incremento parecería ser la causa de la mayor debilidad de las cáscaras (Van Toledo y col., 1982).

Según Sauveur (1993), la parte mineral de la cáscara puede subdividirse en (ver figura 7):

- a) Capuchón basal de cristales: unido a los nódulos proteicos.
- b) Capas de conos cristalinos: capa mamilar orgánica.
- c) Capa de empalizada: zona de desarrollo de los cristales.

2.1.2 Albumen

Se encuentra rodeando la yema (Stadelman, 1995) y se distinguen 4 zonas físicamente distintas: chalazas, capa fluida interna, capa densa y capa fluida externa (ver figura 8).

2.1.2.1 Chalazas

Forman el 3% de la albúmina, son 2 engrosamientos del albumen en forma de filamentos compuestos por numerosas fibras de proteínas semejantes a la mucina (Etches, 1998). Estos se disponen en espiral y corren a lo largo del eje mayor del huevo, saliendo de cada lado de la yema y terminando en la capa densa de la albúmina en los polos del huevo. Su función es sujetar a la yema en posición central e impedir que se adhiera a la cáscara (Sauveur, 1993).

2.1.2.2 Capa fluida interna

Constituye alrededor del 17% de la albúmina total. Presenta aspecto fluido y viscoso, encontrándose entre la yema y la capa densa de la albúmina, separada por las chalazas en su eje longitudinal.

2.1.2.3 Capa densa

Ocupa alrededor del 57% del total del albumen. Compuesto por numerosas fibras de mucina semisólida las cuales forman una trama estructural en cuyo intersticio se encuentra la albúmina líquida. Esto le da una estructura firme que es capaz de mantener la forma en cierto grado, dando lugar a una especie de amortiguador que protege a la yema de posibles daños externos. Además, esta capa sirve de anclaje para las chalazas, las que terminan en esta. La capa densa de la albúmina está unida a la membrana interna de la cáscara en cada uno de los extremos del huevo por el

ligamentum albumini que se forma por la penetración de fibras de mucina en la membrana interna de la cáscara (Romanoff y Romanoff 1949).

2.1.2.4 Capa fluida externa

Esta capa se encuentra rodeando la capa densa, con excepción en el lugar de inserción de los ligamentos (chalazas). Constituye el 23% aproximadamente de la albúmina y tiene aspecto fluido y viscoso como la capa fluida interna (Romanoff y Romanoff 1949).

2.1.3 Yema

Se origina en el ovario y constituye el 29% del volumen total del huevo, tiene forma casi esférica y está localizada cercana al centro del huevo (Sauveur, 1993). Su contenido presenta una estructura interior no perceptible en el huevo crudo (si congelado) (Fangaud, 1968). Se encuentra formada por la latebra, el blastodisco y capas concéntricas de yema blanca y amarilla (Stadelman, 1995) (ver figura 8).

En su superficie se encuentra el disco germinal o blastodisco, que es un pequeño disco claro, sitio en el cual se inicia la división de las células embrionarias cuando el huevo está fecundado y en este caso pasa a denominarse blastodermo (Sauveur, 1993).

Este blastodisco es una zona de 3,5mm de diámetro que se distingue como un punto blanco sobre el fondo amarillo de la yema, siendo este sitio donde se encuentran los cromosomas maternos (Etches, 2009).

La latebra se encuentra en la parte central de la yema formando un núcleo esférico de aproximadamente 6 mm de diámetro, la que contiene un fluido vitelino blanco. Uniendo la latebra con el blastodisco se encuentra el cuello de la latebra el que también está compuesto por fluido vitelino blanco que culmina por debajo del blastodisco. Envolviendo la latebra se encuentran varios círculos concéntricos (corte sagital), una capa concéntrica de yema amarilla y sobre esta una capa delgada de yema blanca y así, sucesivamente, hasta formar la totalidad de la yema. Estas capas se ven interrumpidas por el cuello de la latebra. Existen usualmente 6 capas de cada color de yema cuando está formada en su totalidad (Romanoff y Romanoff, 1949). Las capas de yema amarilla son más gruesas y se forman durante el día, cuando la gallina consume alimento del cual obtiene el pigmento, mientras que las capas de yema blanca se generan en las horas de la noche, donde la gallina no consume alimento, resultando en una capa sin color y más fina.

Los componentes de la yema se encuentran rodeados por cuatro capas concéntricas que juntas forman la membrana vitelina, siendo las dos capas externas derivadas del oviducto y las más internas del ovario (Etches, 1996). Se encuentra centrada gracias a las chalazas (ver ítem 2.1.2.1 Chalaza).

2.2 Composición

2.2.1 Cáscara

La cáscara del huevo está compuesta por 1,6% de agua, de 3,3 de materia orgánica y 95,1% de materia mineral (Fernandez y Arias, 2010). La parte mineral es en un 94% carbonato cálcico (del que 37,5% es calcio y 58% carbonato), en el 6% restante se ha encontrado magnesio, fósforo y manganeso (Nys et al., 2010), pero también se puede encontrar sodio, cinc, hierro, cobre y aluminio (Sastre et al., 2002).

Las membranas de la cáscara están constituidas por fibras de proteína de tipo queratina y por polisacáridos que contienen galactosamina, glucosamina, ácido siálico, glucosa, manosa, y fructosa. Su estructura en capas superpuestas en diferentes direcciones les confiere resistencia y contribuye a impermeabilizar el contenido del huevo de los microorganismos (Rodríguez & Magro, 2008).

2.2.2. Albúmina

El albumen tiene un contenido en agua del 88% y el 12% restante está compuesto por proteínas. Se han identificado más de 40 proteínas diferentes (Lewis et al., 1950). La fracción proteica de la clara del huevo está principalmente constituida por ovoalbúmina (54%), ovotransferrina (12%), ovomucoides (11%), lisozima (3,5%) y ovomucina (3,5%), además de cantidades menores de avidina (0,05%), cistatina (0,05%), ovomacroglubulina (0,5%), ovoflavoproteína (0,8%) y ovoglicoproteína (1,0%), entre otras (Abeyrathne et al., 2013). La ovoalbúmina representa el 54% y tiene propiedades nutricionales y culinarias, junto a la ovomucina es responsable de la consistencia de la clara (Lewis et al., 1950).

Aunque existen en la naturaleza muchos tipos de lisozima, la presente en la clara de huevo es la más soluble y estable, siendo la primera proteína de la clara de huevo que fue aislada, con empleo a nivel comercial en la industria farmacéutica y de alimentos para humanos y animales. Hoy en día es reconocido el efecto antimicrobiano de esta proteína, con evaluaciones sobre su efecto en numerosos microorganismos y, dentro de estos, sobre *Listeria monocytogens*, *E. coli* y *Clostridium spp.*, considerados de los mayores microorganismos contaminantes en la industria de alimentos (Abeyrathne et al., 2013).

2.2.3. Yema

La yema constituye la parte lipídica del huevo (Alquati et al., 2007). La yema contiene un 50% de agua y el resto son proteínas (16,7%) y lípidos (31,6%). En la yema también se encuentran los carotenoides y las vitaminas liposolubles del huevo, es decir, las vitaminas A, D, E y K.

Bibliografía consultada

- Abeyrathne EDNS, Lee HY, Ahn DU. Egg white proteins and their potential use in 261 food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents. A review. *Poultry Sci.* 2013; 92(12): 3292-9.
- Alquati, A.B.; Rubolini, D.; Romano, M.; Boncoraglio, G.; Fasola, M.; Saino, N. (2007). Effects of egg albumen removal on yellow-legged gull chick phenotype. *Functional Ecology*, 21(2): 310-316.
- Etches, JR (1998). Reproducción aviar. Editorial Acribia S.A., España.
- Fangaud, R (1968). Huevos: planificación comercial, Manual práctico para la recogida, preparación comercial y venta. Editorial Acribia.
- Fernández, M y Arias, J (2010). La cáscara de huevo: Un modelo de biomineralización. Monografías de Medicina Veterinaria. Recuperado de <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/5017/4901>
- Jacobs JP, Miles RD, Mather FB (2000). Egg quality. Institute of food and agricultural Sciences, University of Florida.
- Lewis, J.C.; Snell, N.S.; Hirschmann, D.J.; Fraenkel-Conrat, H. (1950). Amino-acid composition of egg proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 186: 23-35.
- Mine, Y.; Oberle, C.; Kassaify, Z. (2003). Eggshell matrix proteins as defence mechanism of avian eggs. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 249-253.
- Nys, Y.; Hincke, M.T.; Hernandez-Hernandez, A.; Rodriguez-Navarro A.B.; Gomez-Morales, J.; Jonchère, V.; Garcia-Ruiz, J.M.; Gautron, J. (2010). Structure, properties and mineralization of the egg shell: role of the organic matrix in the control of manufacturing. *INRA Prod. Anim.*, 23 (2): 143-154.
- Parson AH. (1982) Structure of the eggshell. *Poultry Sci*; 61:2013-2021.
- Rose, M y Hincke, M (2009) Protein constituents of the eggshell: eggshell-specific matrix. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 66(16), 2707-2719. Rodríguez, V., & Magro, S. (2008). Bases de la Alimentación Humana. Coruña, España: NETBIBLO S.A.
- Romanoff AL, Romanoff AJ. (1949).The avian egg. Jon Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- Sastre A, Sastre R, Tortuero F, Suárez G, Vergara G, Lopez C. (2002). Lecciones sobre el huevo. Consejo asesor del instituto de estudios del huevo. Editorial Torreangulo Arte Gráfico S.A. 1ª Edición

- Sauveur B (1993). El huevo para consumo: bases productivas. Versión española de Buxadé C. Madrid, España, Mundi-Prensa, Aedos, INRA
- Stadelman WJ, Cotterill OJ (1995). Egg science of technology. WJ Stadelman & OJ Cotterill Editors. 4^oedition
- USDA (1999) Nutrient Database for Standard Reference, Release 12 /Eggyclopedia, Unabridged 6/99 (Egg Nutrition Center - USA)
- Van Toledo B, Parsons AH, Combs GF Jr. (1982). Role of ultraestructure in determining eggshell strength. Poultry Sci; 61:569-572

3. Manejo del huevo a nivel de la granja y *packing*.

Desde la producción primaria hasta el punto de consumo, los huevos deberían ser sometidos a medidas de control destinadas a lograr el nivel adecuado de protección para la salud pública, teniendo como objetivo fomentar la producción inocua de huevos para el consumo humano. La cadena de producción comparte la responsabilidad de obtener la inocuidad del alimento, incluye a las personas involucradas en la producción primaria, manipulación, clasificación, envasado, elaboración, suministro, distribución y cocción comercial de huevos para el consumo humano (FAO, 1976).

Definiciones

Huevos rotos/que gotean (Resumante) – huevos que presentan grietas tanto en la cáscara como en la membrana, que dan lugar a la exposición de su contenido al exterior.

Huevo con grietas en la cáscara – huevo cuya cáscara está dañada, pero cuya membrana está intacta.

Huevo sucio – huevo con materia extraña en la superficie de la cáscara, como yema de huevo, estiércol o tierra.

Vida útil – el período durante el cual el huevo o el producto de huevo conserva su inocuidad e idoneidad.

FAO, 1976

La metodología de recogida, manipulado, almacenado y transporte de huevos se debe realizar de manera que se reduzca al mínimo la contaminación y/o el daño al huevo, prestando la debida atención a las consideraciones de tiempo y temperatura, en particular, a las fluctuaciones de temperatura (FAO, 1976).

3.1 Recolección:

Uno de los puntos claves de la manipulación de los huevos es su pronta retirada del galpón, por ser un medio ambiente favorable para la suciedad y contaminación de la cáscara. Se debe tener en cuenta que el contacto con equipo sucio y cuerpos extraños o el mal manejo causan daño a la cáscara y podrán contribuir a la contaminación del huevo (FAO, 1976) externamente o internamente.

El huevo, ya sea recolectado en forma manual o automática, debe ser seleccionado y clasificado para su comercialización. Se debe separar el huevo demasiado grande, roto, sucio, deforme o de pobre calidad de cascarón (SAGARPA, 2016) así como los huevos sucios, rajados, deformados, dándoles el destino correcto. Los huevos anormales, como por ejemplo huecos y sin cáscara

(huevos con cáscara blanda o de tipo piel), deben ser eliminados en recipientes apropiados (sitio Avícola, 2011). Considerándose como no aceptable todo huevo que no cumpla con los requisitos establecidos por el RBN 315/994. Se deben aplicar medidas adecuadas (segregación) durante el desecho de los huevos no conformes, para evitar la contaminación cruzada (FAO, 1976).

Los productores deberían reducir al mínimo el tiempo entre la postura de huevos y la manipulación, en particular, se debería reducir al mínimo el tiempo que transcurre entre la postura de huevos y el almacenamiento a temperaturas controladas (FAO, 1976).

Según SAGARPA (2016) deberá llevar registros de producción, incluyendo al menos los siguientes datos:

- Fecha de recolección
- Identificación de la nave
- Número de lote Cantidad de huevo recolectado (en kg o por unidades)
- Fecha de embarque
- Lote de salida
- Nombre del responsable de realizar la actividad
- Nombre de quien supervisa la actividad

3.1.1 Recolección automática

Son sistemas mecanizados que recolectan el huevo a través de una banda, una o varias veces al día, o en forma continua durante todo el día (figura 9). Esta banda normalmente está colocada al frente de las jaulas y entrega el huevo al final de la hilera de las jaulas. El huevo puede ser transportado directamente a la planta empacadora para clasificarlo y empacarlo (SAGARPA, 2016).

El equipo de recolección debería estar fabricado con materiales no tóxicos y estar diseñado, construido, instalado, mantenido y utilizado de manera que se faciliten las buenas prácticas de higiene. Es importante prevenir cualquier daño causado por el equipo de recolección a las cáscaras de huevo debido a que, tal daño, puede dar lugar a contaminación y, por consiguiente, perjudicar la inocuidad. También es importante que el equipo sea mantenido a un nivel de limpieza adecuado y con una frecuencia suficiente para reducir al mínimo o evitar la contaminación de los huevos (FAO, 1976), así como registrar todas las acciones de mantenimiento realizadas (SAGARPA, 2016).

3.1.2 Recolección manual

Se deben efectuar, por lo menos, tres recolecciones diarias de huevos en los galpones, principalmente en las horas de la mañana (figura 10). Estas colecciones frecuentes reducen el número de huevos rotos y sucios, lo que significa pérdidas para el productor (sitio Avícola, 2011).

Requiere un equipo para recolectar el huevo (carritos), de conos o *fillers* de cartón, cajas de cartón para el empaque del producto (SAGARPA, 2016) o cubetas plásticas limpias y desinfectadas (sitio Avícola, 2011) (figura 11).

Si se cuenta con un área de almacenamiento, esta deberá estar alejada del área de eliminación de desechos y evitar que, alrededor de ella, exista maleza, basureros o cualquier otro riesgo de contaminación, siendo esta una medida fundamental de bioseguridad. Los equipos empleados contarán con un programa de limpieza y desinfección documentado (SAGARPA, 2016).

3.2 Transporte a planta

Se busca que las plantas de *packing* se encuentren en las cercanías de los galpones de postura, reduciendo los costos de traslado y los tiempos desde la postura hasta que el producto se encuentra a la venta.

En Uruguay existe la guía de propiedad y tránsito para los productos avícolas, lo que implica que cada vez que se realiza un movimiento se debe realizar un trámite administrativo, generando costos. Debido a esto, las empresas muchas veces tienen en el mismo predio los galpones de ponedoras y la planta de *packing*.

3.3 Recepción y clasificación

Una vez en la planta de *packing*, se realiza la clasificación final previa al empaquetado. Se busca clasificar para la venta, valorizar los productos y evitar problemas de comercialización que pudiesen surgir.

Según FAO (1976) los puntos que se deben cuidar son:

- Huevos con grietas en la cáscara o sucios deberían excluirse de lo que es huevo de consumo.
- Aplicar prácticas de higiene que tengan en cuenta los factores de tiempo y temperatura, para proteger al huevo contra la humedad en la superficie, a fin de reducir al mínimo la proliferación microbiana.
- Cuando corresponda, deberían separarse los huevos rotos o huevos sucios de los limpios e intactos.
- Huevos rotos y los que han sido colocados en una incubadora no deberían utilizarse para el consumo humano y deberían desecharse de manera inocua.

El primer criterio de clasificación es el color de los huevos y luego se clasifican por peso (ver capítulo 4), para el peso usualmente se utilizan sistemas automáticos que, a través de sensores de peso, clasifican los huevos (figura 12).

3.4 Envasado

El envase primario de huevos y el equipo de envasado deberían ser diseñados, construidos, mantenidos y utilizados de manera que se reduzca al mínimo el daño a la cáscara del huevo y se evite la introducción de contaminantes dentro o en la superficie de los huevos (FAO, 1976).

En la unión europea según CE N 589/2008, los centros de embalaje deberán disponer del equipo técnico necesario para garantizar la correcta manipulación de los huevos. Este equipo incluirá (CE N 589/2008), según proceda:

- a) un equipo para la inspección visual de los huevos cuyo funcionamiento sea automático o esté controlado permanentemente por un operario y que permita examinar la calidad de cada huevo por separado.
- b) dispositivos de medición de la altura de la cámara de aire
- c) equipos para clasificar los huevos según su peso.
- d) una o varias balanzas homologadas para pesar huevos.
- e) equipo para el marcado de los huevos.

Luego del clasificado por peso y color, el operario los coloca en su pack correspondiente de acuerdo a su categoría de acuerdo al peso.

En nuestro país, para la clasificación de los huevos, se seguirá el siguiente orden de códigos en la rotulación del envase: Calidad, Tamaño, Color de Cáscara (Ejemplo: A / Extra grande / -Z.). Se podrá agregar información complementaria para facilitar la comprensión de la codificación por parte de los consumidores (RBN 315/994).

En los packs se debe indicar: Fecha de elaboración, vencimiento, color del huevo, categoría a la que corresponde (según el tamaño), empresa que elaboró el producto (número de registro del MGAP) y normas de conservación. Comercialmente se utilizan empaques de 6, 12, 15, 32 unidades (maple), cajón con 30 docenas, utilizando materiales de cartón o plástico.

3.5 Conservación

Dondequiera que se almacenen los huevos, debería realizarse de manera que se reduzca al mínimo el daño a la cáscara del huevo y se evite la introducción de contaminantes o la proliferación de microorganismos existentes dentro o en la superficie de los huevos, teniendo en cuenta las condiciones de tiempo y temperatura (FAO, 1976).

Después de ser puesto, a medida que transcurre el tiempo, la calidad interna comienza un proceso de deterioro irreversible que ni siquiera el almacenamiento en condiciones óptimas puede detener, tan solo

disminuye el nivel de deterioro que sufre el huevo a medida que envejece, por lo tanto, mientras más rápido se refrigeren los huevos mejor se conserva su calidad, alargando su vida útil (Estrada et al, 2010). Por esto es que se recomienda la refrigeración de los huevos, sin embargo, en muchas regiones, la refrigeración y manipulación de los huevos no es controlada durante la distribución y comercialización (Bell et al., 2001, Jones and Musgrove, 2005; Oliveira et al.2009) (Ver ítem 4.2 Procesos que ocurren en el huevo post postura).

Las condiciones de almacenamiento deberían reducir al mínimo la humedad en la superficie de la cáscara. Temperaturas bajas reducen la proliferación microbiana y prolongan la vida útil de los huevos. Se deberían reducir al mínimo las fluctuaciones de temperatura durante el almacenamiento y la distribución (FAO, 1976).

Es importante destacar que los huevos pueden absorber fácilmente olores fuertes, el almacenamiento cerca de aceites de pescado, fruta muy aromatizada o en descomposición, verduras, mohos y desinfectantes, es muy probable que origine malos olores o sabores. Los huevos que han sido almacenados durante largos períodos de tiempo o a altas temperaturas son más propensos a exhibir malos olores o sabores (Coutts y Wilson, 1990).

De acuerdo al proceso de conservación, los huevos conservados se pueden presentar de las siguientes formas, según el Dec 315/994:

- a) refrigerados
- b) refrigerados estabilizados
- c) conservados por otros métodos (físicos o químicos)

Huevo Fresco: Es el huevo que siendo apto para consumo no ha sido sometido a ningún procedimiento de conservación con excepción de la climatización del ambiente a temperatura entre 8 y 15°C y humedad relativa entre 70 - 90%.

Huevo fresco refrigerado: Es el huevo que ha sido sometido a la acción del frío, a una temperatura de 0 a 2°C y una humedad relativa entre 80 y 90 %, siendo apto para consumo hasta los 60 días.

Huevo fresco refrigerado estabilizado: Es el huevo conservado por frío en ambientes gaseosos especiales tales como anhídrido carbónico, nitrógeno u otros gases inertes autorizados, indicándose en la etiqueta o rótulo el sistema o elemento estabilizador empleado.

FUENTE: RBN 315/994

3.6 Transporte

Se entiende por transporte de alimentos todas las operaciones destinadas al traslado de estos, o su materia prima entre los sitios de producción, elaboración o comercialización. Debiendo destinarse exclusivamente al transporte de estos (Resolución N°1000/96).

Deben tener el vehículo habilitado para tal fin por la autoridad sanitaria correspondiente de cada departamento, es decir, las intendencias. Para el caso de huevos consumo, los vehículos deberán ser cerrados siendo los únicos vehículos habilitados que no deben tener separada la cabina del sector destinado a carga (Resolución N°1000/96).

Los materiales destinados al revestimiento de los interiores de los vehículos deberán ser lisos, no porosos y fácilmente higienizables. Los pisos serán lisos y con zócalo sanitario (Resolución N°1000/96). Deberían limpiarse con la frecuencia necesaria para impedir la circulación de microorganismos entre las granjas o los locales de venta y, en consecuencia, la contaminación de los huevos (FAO, 1976).

Queda prohibido en la higienización de estos, el uso de productos que dejen residuos que puedan afectar las características de los alimentos a transportar. Por cada vehículo las intendencias entregan un adhesivo con la leyenda *Transporte de alimentos*, año y datos identificatorios, que debe ser colocado de modo que sea de fácil visualización (Resolución N°1000/96).

Los huevos deberían conservarse a una temperatura apropiada, lo que incluirá evitar fluctuaciones de temperatura (FAO, 1976), lo que es aplicable al transporte, pero, en nuestro país, la única exigencia de los vehículos es ser cerrado.

A continuación, en la figura 13 se ejemplifica el flujo de procesos en el empaqueo de huevos y su posterior distribución. Es importante recalcar que el flujo de procesos es un ejemplo de lo que ocurre en la unión europea donde los huevos se clasifican en categoría A y B (ver ítem 4.1).

Bibliografía consultada

- Bell DD, Patterson PH, Koelkebeck KW, Anderson KE, Darre, MJ Carey JB, Kuney DR, and Zeidler G. Egg marketing in national supermarkets: egg quality—part1. *Poult Sci* 2001; 80:383-389.
- Berardinelli A, Ragni L, Giunchi A, Gradari P, and Guarnieri A. (2008) «Physical-mechanical modifications of eggs for food-processing during storage». *Poult Sci* 2008; 87:2117-2125.
- Coutts, J.A. y Wilson, G.C., 1990. *Egg Quality Handbook*. Queensland Department of Primary Industries, Australia.
- El Sitio Avícola, (2011) Manejo de la producción de huevos de calidad, Artículo de divulgación, disponible en: www.elsitioavicola.com/articulos/1992/manejo-de-la-produccion-de-huevos-de-calidad/

- Estrada M, Galeano L., Herrera M., Restrepo L. (2010). Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial, Rev Colomb Cienc Pecu 2010; 23:183-190
- FAO (1976). Código de prácticas de higiene para los huevos y los productos de huevo. CAC/RCP 15-1976. Revisión 2007 Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i1111s/i1111s01.pdf>
- Jones DR, Musgrove MT. Effects of Extended Storage on Egg Quality Factors. Poult Sci 2005; 84:1774-1777
- Oliveira GE, Figueiredo TC, Souza MR, Oliveira AL, Cancado SV, Gloria MB. (2009). Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. Poult Sci 2009; 88:2428-2434.
- RBN (Reglamento Bromatológico Nacional), Decreto 315/994
- REGLAMENTO (CE) N 589/2008 de la comisión de 23 de junio de 2008 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) no 1234/2007 del Consejo en lo que atañe a las normas de comercialización de los huevos
- Resolución N°1000/96. Reglamento para transporte de alimentos. Intendencia departamental de Montevideo.
- SAGARPA (2016). Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de huevo para plato. 2ª Edición

4. Principales parámetros de evaluación de calidad y frescura

4.1 Introducción

En primera instancia, sería conveniente aclarar algunos términos.

Según la norma UNIT-ISO 9001:2015, la calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. Se debe tener en cuenta que es una definición genérica de lo que es la calidad aplicable a cualquier elemento, producto o servicio.

En la norma UNIT-ISO 22.000:2018 se detallan las siguientes definiciones:

Inocuidad: es un concepto que se refiere a la existencia y control de peligros asociados a los productos destinados para el consumo humano a través de la ingestión, como pueden ser alimentos y medicinas, a fin de que no provoquen daños a la salud del consumidor.

Validación: Obtención de evidencia de que las medidas de control son eficaces.

Verificación: Confirmación, mediante la aportación de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos especificados.

Inocuidad alimentaria: La garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.

Calidad de producto: grado en el que un producto cumple un conjunto de características o rasgos diferenciadores que cumplen con los requisitos, necesidades o expectativas establecidas

Calidad alimentaria: grado en el que un producto alimentario cumple con un conjunto de características o rasgos diferenciadores que cumplen con los requisitos, necesidades o expectativas establecidas.

Fuente norma UNIT-ISO 22.000:2005

No se debe confundir, al traducir del inglés, las palabras *food safety* de *food security* refiriéndose el primer concepto a la seguridad alimentaria y el segundo a inocuidad alimentaria.

La inocuidad es un parámetro indispensable de la calidad del producto huevo, es la base sin la cual no es apto para el consumo humano.

En cuanto a la frescura, se debe tener en cuenta que es un atributo de la calidad, pero que un huevo sea fresco no indica que sea de buena calidad en todos los casos.

La frescura se mide por el tiempo transcurrido a partir de la puesta del huevo, siendo este atributo un parámetro importante, pero no el único a tenerse en cuenta para definir la calidad.

En general, se podría definir la calidad de un alimento como la suma de las características que influyen en la aceptabilidad o la preferencia del consumidor por dicho alimento (Kramer, 1951), así como criterios específicos que reflejan aspectos morfológicos, químicos, físicos, microbiológicos y organolépticos tanto de la yema como del albumen (Sevciková, 2003). Por lo tanto, la calidad del huevo es un término genérico en el que influyen características organolépticas, sensoriales, nutritivas y sanitarias (Mallo et. al, 2013).

Cuando nos referimos a calidad existen múltiples criterios de clasificación, en esta oportunidad, se tomará la siguiente clasificación: calidad externa e interna (ver capítulo 4.4 y 4.5).

En Uruguay se utiliza la siguiente clasificación para calidad de huevo consumo (ver tabla 7):

Tabla 7: Clasificación de huevo consumo				
Factor de calidad	Código de especificaciones para cada factor de calidad			
	Calidad "AA"	Calidad "A"	Calidad "B"	Calidad "C"
Cáscara	Limpia Sin roturas y/o astilladuras. Prácticamente normal	Igual a categoría "AA"	Ligeramente manchado. Sin roturas y/o astilladuras. Puede ser ligeramente anormal	Moderadamente manchado. Sin roturas y/o astilladuras. Puede ser anormal
Cámara de aire	Hasta 3 mm. Prácticamente regular.	Hasta 5 mm. Prácticamente regular.	Transparente Prácticamente regular.	Más de 9 mm Puede tener burbujas y/o puede ser trémula.
Clara	Transparente. Firme (altura 72 Unidades Haugh o más)	Transparente. No tan firme (60 a 71 Unidades Haugh)	Transparente. Puede estar ligeramente débil. (31 a 59 Unidades Haugh)	Puede ser aguada. Puede tener burbujas, débil (25 a 30 Unidades Haugh)
Yema	Zona de contorno ligeramente definida. Libre de defectos.	Zona de contorno regularmente definida. Libre de defectos.	Contorno bien definido. Ligeramente agrandada sin que se rompa la membrana vitelina. Ligeramente ablandada.	Contorno claramente visible. Puede ser agradable y aplanada sin que se rompa la membrana vitelina.

Fuente: Reglamento bromatológico nacional (decreto 315/994, capítulo 15).

En la Unión Europea según el CE N°589/2008 los huevos se clasifican según sus características, en dos grupos: huevos de categoría A (aptos para el consumo humano en fresco) y huevos de categoría B (huevos destinados a la industria de los ovoproductos). Los criterios de calidad que se siguen para clasificar los huevos como categoría A son los siguientes:

- a) Cáscara y cutícula de forma normal, limpia e intacta.
- b) Cámara de aire de altura fija no superior a 6 milímetros. No obstante, la altura de la cámara de aire de los huevos comercializados con la indicación extra no puede ser superior a 4 milímetros.
- c) Yema visible al trasluz solo como una sombra, sin contorno claramente discernible, que se mueva solo levemente al girar el huevo y al volver a colocarlo en una posición central.
- d) Clara transparente y translúcida.
- e) El disco germinal debe presentar un desarrollo imperceptible.
- f) Materias extrañas no permitidas.
- g) Olores extraños no permitidos.

Se clasificarán en la categoría B los huevos que no reúnan las características cualitativas fijadas. Los huevos de la categoría A que dejen de presentar esas características podrán ser degradados a la categoría B (CE N°589/2008).

4.2 Procesos que ocurren en el huevo post postura

En un huevo recién puesto la cámara de aire es imperceptible, pudiendo ser de 1mm o menos.

La calidad interna del huevo comienza a disminuir tan pronto como el huevo es puesto (Okoli y Udedibie, 2001), se producen cambios como ser el aumento del volumen de la cámara de aire, la disminución de la densidad del albumen y el debilitamiento de la membrana vitelina que separa la yema y el albumen (Berardinelli et al., 2008).

Los incrementos en la temperatura y el tiempo prolongado de almacenamiento causan un rápido decrecimiento en la calidad interna (Van den Brand et al., 2008). Con temperaturas por encima de 15,5°C, se presentan transformaciones de la albúmina densa a líquida, este cambio posiblemente involucra al H_2CO_3 , uno de los componentes del sistema búfer del albumen, el cual es disociado en agua y CO_2 (Oliveira et al., 2009), los cuales incrementan las pérdidas de humedad, las pérdidas de dióxido de carbono (CO_2) y conllevan a la alcalinización del huevo (Brake et al., 1997; Davis and Reeves, 2002), afectando su sabor y disminuyendo la viscosidad de la albúmina (Hassan et al., 2005; Hasler, 2000).

La membrana vitelina determina características de calidad física y microbiológica al huevo, la fuerza de esta membrana disminuye con el aumento de la edad del huevo (Jones and Musgrove, 2005; Keener et al., 2006; Nilipour, 2008). Esto se ha asociado a la disolución de la chalaza cuando el tiempo de almacenamiento es prolongado (Brake et al., 1997). Además, puede permitir a los nutrientes en la yema estar disponibles para cualquier microorganismo que esté presente en el albumen (Keener et al., 2006).

4.3 Calidad y formas de evaluarla

La calidad debe ser evaluada para determinar si un huevo es apto o no para el consumo humano, así como para clasificarlo para el mercado. Se puede evaluar tanto externamente (calidad externa) como internamente (calidad interna).

4.4 Calidad externa

Debe presentar cáscara íntegra, limpia, sin lavar, forma y textura normal (Dec 315/994). En algunos países se autoriza el lavado del huevo.

Los parámetros a evaluar: limpieza, color, peso (afectado externamente por las características de la cáscara e internamente por las características de la yema y la clara), forma, irregularidades, integridad, espesor y resistencia de la cáscara.

4.4.1 Limpieza

Se aceptan para consumo humano huevos en cuya cáscara se encuentre suciedad o una mancha localizada que abarque aproximadamente hasta 1/32 de la superficie y cuando las manchas estén espaciadas, ellas pueden ocupar 1/16, prohibiéndose para el consumo humano huevos que presenten la cáscara sucia o manchas que abarquen más de 1/8 de su superficie o huevos sucios de materia fecal (RBN 315/994).

Por lo general, los huevos no deben lavarse ni limpiarse, ya que tales prácticas pueden dañar la cáscara, la que constituye una barrera eficaz contra la entrada de bacterias ya que presenta una amplia gama de propiedades antimicrobianas. Dicho esto, determinadas prácticas, como el tratamiento de los huevos con rayos ultravioletas no deben considerarse procesos de limpieza.

Además, los huevos de la categoría A no deben lavarse debido a los posibles daños que pueden ocasionarse a las barreras físicas, como la cutícula, durante el proceso de lavado o después de este. Esos daños pueden favorecer la contaminación con bacterias y la pérdida de humedad a través de la cáscara, con el consiguiente aumento de los riesgos para los consumidores, especialmente si las condiciones subsiguientes de secado y almacenamiento no son óptimas (CE N 589/2008).

En Uruguay la selección de los huevos es una exigencia legal ya que se utiliza como método preventivo la aparición de ETAS (enfermedades transmitidas por alimentos) previo a su comercialización.

4.4.2 Color

Solo se permitirán huevos blancos o marrones en todas sus tonalidades, no permitiéndose ningún otro color de cáscara (RBN 315/994) (ver figura 15). Esto se puede controlar visualmente con una serie de escalas graduadas estandarizadas o por medio de la reflectividad de la cáscara en condiciones controladas. Es necesario que el color de la cáscara del huevo sea uniforme, sin manchas (excepto en los casos en los que la estirpe del animal así lo determine) (Mallo et al, 2013).

Cuando se utiliza la refractometría el color se clasifica según el siguiente código según tabla 8.

Tabla 8: Códigos de coloración de cáscara	
Código de denominación	Características de la cáscara
X	Totalmente blanca, sin excepción
Y	Marrón en todas sus tonalidades
Z	Puede ser blanca, blanca amarronada o marrón en porcentaje no determinado de cada uno de los tipos

Fuente: Reglamento bromatológico nacional (decreto 315/994, capítulo 15).

4.4.3 Peso

En nuestro país uno de los criterios que se utilizan para la comercialización de huevo es su clasificación por peso dispuesto por el RBN 315/994 (ver tabla 9).

Tabla 9: Clasificación de huevos consumo por peso		
Denominación	Masa en gramos / unidad	
	Mínima	Máxima
Jumbo	69	-
Extra grande	62	68
Grande	55	61
Mediano	47	54
Pequeño	42	46

Fuente: Reglamento bromatológico nacional (decreto 315/994, capítulo 15).

4.4.4 Forma

Este parámetro busca clasificar a los huevos según la conformación externa que presentan los huevos.

En la figura 16 se ilustra la geometría de un huevo estándar de gallina. En la práctica estas dimensiones son de considerable importancia ya que el consumidor prefiere un producto tradicional (Etches, 1998).

La forma del huevo se define por un índice que relaciona su diámetro (medido en el ecuador) con su longitud, denominándose a este índice como índice forma (IF) (Sauveur, 1993) (ver ítem 4.6.5).

4.4.5 Irregularidades

Es una evaluación externa del huevo en la cual evidenciamos si los depósitos de calcio se realizaron de forma correcta. Pudiendo identificarse las siguientes alteraciones (ver figura 17): áspero (o con gránulos), rugoso (o arrugado), corrugados, con fisuras, ausencia de calcificación (denominado huevo telita), entre otros.

4.4.6 Integridad

Todo huevo debe presentar su cáscara íntegra.

Las alteraciones en cuanto a la integridad del huevo se pueden clasificar:

- Presenta una fractura de la cáscara, con salida al exterior del contenido del huevo (Resumante).
- Una fisura de la cáscara, pero no hay salida del contenido (Fisurado).
- Solo se aprecian los defectos de la clasificación cuando se observa por ovoscopia.

4.4.7 Espesor

El espesor es el grosor en milímetros a nivel de la cáscara, midiéndose principalmente a de la línea del ecuador.

Este se puede medir de forma directa o indirecta, en la forma directa se requiere el quebrado del huevo y se mide su espesor directamente, también se pueden realizar medidas indirectas (sin la necesidad de cascar el huevo), como ser la evaluación de la gravedad específica (Mallo et al, 2013) o la capacidad de deformación (resistencia al quiebre).

a) Directa:

Mediante la utilización de un micrómetro (tornillo de Palmer) se mide el grosor de la cáscara, tomándose como punto de medición la región ecuatorial del huevo, previamente habiéndolo colocado en una estufa para su secado (Nordstrom y Ousterhout, 1982).

b) Indirecta:

Un método para determinar el espesor de cáscara es a través de la inmersión del huevo en solución salina. Obteniendo su gravedad específica, la que permite estimar el espesor del huevo (Moreng y Avens, 1990).

Esta medición se realiza colocando el huevo en recipientes con distintas concentraciones salinas, comenzando desde concentraciones menores a mayores. Cuando el huevo flota, dicha concentración será equivalente a su Peso Específico (Moreng y Avens, 1990).

4.4.8 Resistencia

La cantidad y espesor de la cáscara del huevo están relacionadas con la dureza de la cáscara (Mallo et al, 2013).

La resistencia a la rotura se suele medir por medio de compresión cuasi-estática (ver figura 18), donde el huevo se comprime en condiciones controladas hasta que se rompe, dando como valor de resistencia la fuerza a la que dicha rotura ocurre (escala de medición en Newtons).

Hay estudios que relacionan negativamente la resistencia a la rotura medida de esta manera y el porcentaje de roturas. La medida de la deformación puede ser no destructiva, midiendo la deformación de la cáscara cuando se somete a determinada fuerza, o destructiva, donde se mide la deformación máxima de la cáscara antes de la rotura (Mallo et al, 2013).

Cuando se aplica presión al interior de la cáscara, se precisan más de 6900 Pa (100 libras/pulgada²) para que la cáscara explote. La cáscara no es elástica y alrededor del 12% de las cáscaras de huevo comercial se rompen o estallan entre la oviposición y su consumo. La resistencia de la cáscara no es la misma en todas las capas, la capa mamilar contribuye muy poco a la rigidez de la cáscara, mientras que las regiones más inferiores son las responsables del 50% de la resistencia. El otro 50% deriva de las regiones superiores, en las que los cristales de carbonato cálcico están dispuestos en una orientación compacta y vertical y también de la cutícula (Etches, 2009).

Las líneas genéticas determinan características como ser tamaño de huevo y grosor de cáscara, aunque pueden surgir modificaciones mediante el manejo.

4.5 Calidad interna

Para evaluar la calidad interna se debe previamente haber cascado el huevo. Este debe estar exento de olor, sabor y color extraños; la yema bien centrada, esférica y turgente; el escalón de separación entre los distintos tipos de albúmina será neto; el contenido de nitrógeno amoniacal debe estar comprendido entre 2 y 3 mg/kg (RBN 315/994).

Se prohíben para consumo humano los huevos que presenten las siguientes características:

a) anormalidades en la clara; huevos que presenten manchas de sangre o similares

b) anormalidades en la yema; se distinguen:

- puntos o zonas definidas en la superficie de la yema

- puntos o manchas bien desarrolladas y otros defectos graves, tales como una yema olivácea

- desarrollo del disco germinal de la yema de un huevo fecundado que ha avanzado hasta el punto en que es claramente visible en forma de una mancha o zona circular

- sangre originada por el desarrollo del disco germinativo de un huevo fecundado o por cualquier otra razón

Fuente: RBN 315/994

4.5.1 Yema

Se toma en cuenta el color e índice de la yema. En la yema se ha de evaluar por un lado el color, que dependiendo del mercado al que vaya dirigido puede interesar que sea más o menos intenso, y la fortaleza de la membrana vitelina, de la que depende la resistencia de la yema a la rotura (Mallo et al, 2013) o a la deshidratación.

a) Color

El color de la yema está determinado fundamentalmente por el contenido de xantofila (pigmento vegetal) de la dieta consumida por las gallinas, principalmente aportado por el maíz. Es posible manipular el color de la yema de los huevos mediante la adición de xantofilas sintéticas en el pienso. Por ejemplo, Cho et al. (2012) utilizaron cantaxantina (colorante sintético) en las dietas, donde este colorante no afectó a otros parámetros de calidad del huevo, pero mejoró el color de la yema a medida que se aumentaba su inclusión.

El método utiliza la comparación directa con una serie de colores-patrón como ser la escala Roche (Sauveur, 1993) o DSM en la figura 19.

El color de la yema debe ser uniforme, sin manchas visibles (Sauveur, 1993).

b) Índice yema

Este es el principal indicador de calidad de la yema, en un huevo de buena calidad el índice de yema rondaría entorno al 0,42.

Conforme avanza el proceso de deterioro del huevo se produce una migración de agua a través de la membrana vitelina, generando una tendencia a aplanarse la altura de la yema. Debido a esto, la relación entre la altura y el diámetro de la yema se modifica, denominando a esta relación índice de yema (Berardinelli et al., 2008; Kırıkc et al, 2007; Çağlayan et al., 2009; Yande et al., 2007) (ver apartado 4.6.4).

4.5.2 Albumen

El huevo fresco tiene la clara firme y espesa, cuando el huevo es viejo la clara pierde su firmeza quedando acuosa y, se extiende, cuando se pone en un plato. Condiciona el desplazamiento de la yema de su posición central. La clara debe ser del grosor y la consistencia adecuada, ya que esta es una característica muy observada por el consumidor, quien prefiere huevos con clara muy consistente y gruesa (Chingal R, 2015).

Una de las herramientas que permite comparar el nivel de frescura, son las unidades Haugh que miden la altura de la albumina utilizando un manómetro. Siendo estas unidades las que determinan la calidad de la albúmina. Las unidades Haugh (UH) se calculan relacionando la altura (grosor) del albumen denso y el peso del huevo (Jones and Musgrove, 2005; Scott and Silversides, 2000) a temperatura superior o igual a 12 °C (Sastre et al, 2002). Su importancia radica en la alta correlación que existe entre los días de almacenamiento y la degradación lineal y poco errática de la calidad (Zalapa A, 2016).

4.5.3 pH

El pH de la clara del huevo entero recién puesto se encuentra en torno a 7,4 y puede aumentar hasta 9 en los tres días siguientes a la puesta (Larrañaga, Carballo, & Fernández, 1999) (ver figura 21). En nuestro país según el RBN, los parámetros normales son:

Tabla 10: Parámetros normales de pH en huevo fresco de buena calidad	
pH de la clara	7.9 – 9.6
pH de la yema	6.1 – 6.9

Fuente: RBN 315/994

4.5.4 Microbiológica

El huevo es el único alimento que posee un estuche natural inviolable (cáscara). Si el ave productora se encuentra en óptimas condiciones sanitarias, el huevo no debería tener contaminación microbiológica interna.

La función preventiva de las buenas prácticas de higiene y las buenas prácticas agrícolas en la producción primaria de los huevos es de vital importancia. Deberían respetarse las prácticas pecuarias y debería

prestarse la atención necesaria para asegurar que se mantenga la buena salud de las reproductoras y ponedoras. Además, la falta de buenas prácticas agrícolas, de alimentación animal y veterinarias, así como la higiene general inadecuada del personal y del equipo durante la manipulación y/o recolección de los huevos pueden dar lugar a niveles inaceptables de contaminación bacteriana o de otra índole (tales como la contaminación física y química) durante la producción primaria (FAO, 1976).

El huevo de gallina es considerado como un producto perecedero, si no se maneja adecuadamente, se puede contaminar por microorganismos, en su mayoría bacterias, presentar manchas de deposiciones y deteriorar su estructura externa, lo que conlleva a alteraciones en su calidad interna, pudiendo además ser fuente principal de microorganismos patógenos (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp. *Staphylococcus aureus*) que afectan la salud del ser humano, principalmente niños, ancianos y personas con deficiencia inmunológica (Chingal, 2015).

4.6 Técnicas de evaluación de calidad de huevo

4.6.1 Ovoscopia

Se puede entender la ovoscopia como un método (diafanoscópico) basado en exponer un huevo a una fuente de luz tal que permite por transparencia evidenciar alteraciones de la estructura (Navas et al, 2014).

El huevo fresco, de buena calidad, aparece frente a la luz del ovoscopio de coloración amarillo/rosado claro, sin sombra alguna, con yema apenas perceptible, clara transparente, sin enturbiamientos y cámara de aire pequeña (Chingal, 2015).

La cámara de aire se encuentra en el polo mayor, cuando envejece el huevo puede encontrarse fluctuante, con burbujas o desplazado.

Esta operación revela muchos defectos como: cáscaras agrietadas (ver figura 22), yemas fertilizadas, manchas color rojo, cámaras de aire agrandadas, claras fluidas y yemas deslocalizadas del centro, siendo este método más común para clasificar los huevos (Herrera & Bolaños, 2003).

Según el reglamento bromatológico nacional (Decreto N° 315/994): «En el examen a trasluz debe observarse: cáscara poco porosa, sin fracturas ni astilladuras, cámara de aire ubicada en el extremo romo del huevo con posición fija, sin tendencia a burbujear o desplazarse y con una altura máxima de 9mm. Yema apenas perceptible sin movimiento y sin adherencia a la cáscara. Clara transparente y homogénea.»

Es un método para evaluar la calidad de la cáscara, el tamaño de la cámara de aire, las características de la yema y de la albúmina. La yema debe permanecer completamente quieta durante su observación en el ovoscopio, y la cámara de aire mantenerse en el polo mayor (Chingal, 2015).

Con la técnica se ovoscopia se pueden evaluar:

- Fisuras
- Defectos de calcificación (Zonas más translucidas u oscuras)
- Ubicación de la yema (varía con la edad del huevo)
- Ausencia de cuerpos en la albúmina (manchas de sangre o carne)
- Cámara de aire

Ubicación de la yema

El aumento de la cámara de aire junto con la pérdida de elasticidad de las chalazas provoca que la yema se desplace del centro a la periferia, este parámetro denota la falta de frescura en el huevo (Serra, Aranceta, & Mataix, 2006).

Presencia de tejidos

La presencia de restos de tejidos, aparecen generalmente en el albumen (MAFF publications), así como manchas de sangre parcialmente coaguladas (Coutts y Wilson, 1990). La aparición de estos restos varía con la genética del ave. Puede ser mayor en ponedoras marrones y aumentar con la edad de los animales (Coutts y Wilson, 1990 y MAFF publications).

Cámara de aire

En el huevo recién puesto la cámara de aire es prácticamente imperceptible, mientras que en uno fresco presenta una altura de hasta 3 mm, pero aumenta conforme pasa el tiempo desde la puesta. En huevos de 1 a 4 semanas la cámara de aire presenta una altura comprendida entre 4 y 6mm, en huevos de 6 semanas a 4 meses la cámara de aire supone 1/6 del huevo y su altura está comprendida entre 11 y 18 mm y para los huevos de más de cuatro meses la cámara de aire ocupa un tercio del huevo (Periago, 2007) (ver figura 23 y 24).

Se pueden clasificar los huevos según el tamaño de la cámara de aire (ver tabla 11), nótese que en la clasificación de la tabla 7 utiliza otros parámetros que son aceptados por la normativa uruguaya.

Tabla 11: Clasificación de la USADA según cámara de aire	
AA	1 / 8 inch (3.2 mm)
A	3 / 16 inch (4.8 mm)
B	No limit
inch = pulgadas mm = milímetros	

Fuente: USDA 1991

4.6.2 Medición de grosor de cáscara

Medición directa

El espesor de la cáscara se mide con un tornillo micrométrico (tornillo de Palmer). Este espesor no es constante en toda la superficie del huevo: es máximo en el polo fino, mínimo en el ecuador e intermedio en el polo grueso (Sauveur, 1993).

El grosor se mide en el ecuador de la cáscara, habiendo sido el huevo previamente cascado, eliminado el contenido interno y secada la cáscara en una estufa (ver figura 25).

El grosor medio de la cáscara oscila entre 0,36 a 0,43 mm a la mitad del huevo (nivel del ecuador) (industria avícola, 2011).

Medición Indirecta

Esta medición se realiza colocando los huevos (de a uno) en recipientes con distintas concentraciones salinas, comenzando desde concentraciones menores (ver tabla 13). Los huevos se van a ir retirando a medida que empiecen a flotar, siendo ese su peso específico.

Para obtener resultados fiables hay que tomar las siguientes precauciones:

- Realizar la medición inmediatamente luego de la puesta o respetar siempre el mismo retraso y las mismas condiciones entre la puesta del huevo y la medición, dado que el aumento de la cámara de aire modifica el peso específico del huevo.
- Utilizar soluciones salinas con pesos específicos suficientemente próximos para que nuestros resultados sean más exactos.
- Eliminar los huevos sucios y rotos.
- Preparar las soluciones al menos 6 horas antes de ser usadas.
- Trabajar con soluciones a temperatura constante (cerca a los 20°C) lo que implica la necesidad de no sumergir los huevos inmediatamente después de salir de la cámara de refrigeración. El peso específico de las soluciones aumenta en 0,0033 cuando la temperatura se incrementa 10°C.
- Escurrir cuidadosamente los huevos entre 2 inmersiones y secarlo bien para no arrastrar ClNa.
- Evitar la evaporación de las soluciones: uso de recipientes con tapas.

El valor mínimo para una buena calidad de la cáscara es un peso específico de 1,082. (Ver tabla 12)

CÁSCARA DELGADA 1,068 / **CÁSCARA STANDAR 1,082** / CÁSCARA GRUESA 1,110

Tabla 12: Relación peso específico con la concentración de ClNa											
g de sal / litro	95.3	100.3	106.3	112.3	118.3	124.3	130.3	136.3	142.3	148.4	154.5
Peso específico	1.062	1.066	1.07	1.074	1.078	1.082	1.086	1.09	1.094	1.098	1.102

Fuente: Sauveur 1994.

Tabla: 13: Relación entre peso específico y grosor de cáscara					
Parámetros	Valores				
Peso específico del huevo	<1.0750	1.0775	1.0825	1.0875	>1.0900
Grosor de la cáscara (mm)	0.320	0.348	0.371	0.391	0.414

Fuente: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/1814/medician-de-la-calidad-del-cascaran-del-huevo-incubable/>

4.6.3 Medición de unidades Haugh

Las unidades Haugh evalúan la calidad del albumen, relacionan el peso del huevo con la altura del albumen.

Para determinar este valor, se toman huevos refrigerados en un rango aceptable entre 7,2 a 15,6°C y se mide la altura del albumen denso a una distancia de 1cm aproximadamente, a partir del borde de la yema con el micrómetro Haugh (ver figura 26), así como el peso del huevo en gramos, para posteriormente aplicar la siguiente fórmula (Silversides et al 1994). La escala varía entre 20 y 110, aunque los valores más frecuentes están entre 45 y 95 (Sastre et al, 2002) (ver ítem 4.5.2).

Fórmula UH:

$$UH = 100 \log (a - 1.7 p 0.37 + 7.6)$$

Procedimiento:

- Pesaje del huevo.
- Ruptura sobre una superficie plana (método destructivo).
- Determinación, con un micrómetro, de la altura de la albúmina espesa (clara) que circunda inmediatamente a la yema.
- Enfrentar el «0» con el peso huevo en la escala
- Bajado del tornillo hasta que toque el albumen denso
- Realizar la lectura en la escala.

Valores mayores a 72 UH representan una excelente calidad, valores entre 60 y 72 representan alta calidad y valores más bajos de 60 representan inferior calidad (Oliveira et al, 2009).

Otros autores indican la siguiente escala de calidad «AA» los huevos deberán obtener 72 o más unidades Haugh, en calidad «A» 60-71 unidades Haugh, en calidad «B» 31-59 unidades Haugh y en calidad «C» menos de 31 unidades Haugh (Castellanos, 1964; Card and Nesheim, 1972; Ajenjo, 1979).

4.6.4 Índice yema

El índice de yema es igual al cociente entre su altura y su diámetro (Sauveur, 1993). Utilizando la fórmula de: **IY=HY/DY**

<p>Fórmula IY:</p> <p>IY=HY/DY</p> <p>IY: Índice de yema</p> <p>HY: Altura de la yema</p> <p>DY: Diámetro de la yema</p>

La figura 27 se puede visualizar cómo se debe medir la altura y el diámetro de la yema.

Valores entre 32 y 58% denotan buena calidad (Berardinelli et al., 2008; Kırıkc et al, 2007; Çağlayan et al., 2009; Yande et al., 2007).

4.6.5 Índice de forma

La forma del huevo se define por un índice que relaciona su diámetro (medido en el ecuador) con su longitud (ver figura 28), denominándose a este índice como índice forma (IF) (ver figura 29). Normalmente, este índice oscila entre 0,70 y 0,75; no obstante, puede ser 0,65 para los huevos muy alargados y 0,82 para los muy redondeados (Sauveur, 1993).

Bibliografía consultada

- Ajenjo C., C., 1979. Enciclopedia de la inspección veterinaria y análisis de alimentos. Madrid, Espasa-Calpe, España
- Bell DD, Patterson PH, Koelkebeck KW, Anderson KE, Darre, MJ Carey JB, Kuney DR, and Zeidler G. Egg marketing in national supermarkets: egg quality—part1. *Poult Sci* 2001; 80:383-389.
- Berardinelli A, Ragni L, Giunchi A, Gradari P, and Guarnieri A. Physical-mechanical modifications of eggs for food-processing during storage. *Poult Sci* 2008; 87:2117-2125.
- Brake J, Walsh TJ, Benton CE, Petite JN, Meijerhof R, And Pen ALVA G. (1997). *Egg Handling and Storage*». *Poult Sci* 1997; 76:144-151.
- Cağlayan T, Alaşahan S, Kırıkçı K, and Gunlu A. Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (*Alectoris graeca*). *Poult Sci* 2009; 88:1330-1333
- Chingal R, 2015. Evaluación física, química y microbiológica de huevos comerciales de gallina, durante su almacenamiento (32 días), bajo diferentes condiciones ambientales, Quito, Ecuador.
- Coutts, J.A. y Wilson, G.C., 1990. *Egg Quality Handbook*. Queensland Department of Primary Industries, Australia.
- Castellanos R.A. 1964. Normas de calidad y almacenamiento, y motivos de rechazo en el huevo para consumo. Tesis licenciatura. FMVZ-UNAM. México
- Card L., E., Nesheim M., C. 1972. *Poultry production*. LEA & FEBIGER. 11th Edition. USA.
- Davis C, Reeves R. (2002). High value opportunities from the chicken egg. Rural Industries Research and Development Corporation August 2002. Publication No 02/094. [01/10/2008]. URL: <http://www.rirdc.gov.au/reports/EGGS/02-094.pdf>.
- Etches R. J. (1998). *Reproduccion Aviar*, Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Ontario, Canda, Editorial Acribia S.A.
- Hasler, CM. The changing face of funtional foods. *J Amer Coll Nut* 2000; 19 :499-506. Hassan SM, Siam AA, Mady ME, Cartwright AL. Egg storage period and weight effects on hatchability of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. *Poult Sci* 2005; 84:1908-1912.

- Herrera, C., & Bolaños, N. (2003). Química de Alimentos, Manual de Laboratorio. Costa Rica: Universidad de Costa Rica
- Industria avícola, 2011, <https://www.industriaavicola.net/uncategorized/analisis-del-cascaron-del-huevo/>, (fecha de consulta 11/01/19)
- Jones DR, Musgrove MT. Effects of Extended Storage on Egg Quality Factors. Poult Sci 2005; 84:1774-1777.
- Keener KM, McAvoy KC, Foegeding JB, Curtis PA, Anderson KE, Osborne JA. Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. Poult Sci 2006; 85:550-555
- Kramer, A., 1951. What is quality and how can it be measured: From a food technology point of view. In: Market Demand and Product Quality. Mktg. Res. Workshop Rept., Michigan State College.
- Larrañaga, I., Carballo, J., & Fernández, J. (1999). Control e Higiene de los Alimentos (1ª edición ed.). Madrid, España: McGraw Hill
- MAFF, undated. EggQualityGuide. <http://www.defra.gov.uk/foodrin/poultry/pdfs/eggqual.pdf> Mahdavi, A.H., Rahmani, H.R. y Pourreza, J., 2005. Effect of Probiotic Supplements on Egg Quality and Laying Hen's Performance. International J. Poult. Sci. 4 (7): 488-492.
- Mallo J, Millán C, Casabuena O, Sánchez J, (2013) «Factores que afectan a la calidad del huevo» XXIII Congreso Latinoamericano de Avicultura
- Moreng, R. E. e J. S. Avens. 1990. Ciência e produção de aves. Ed. Roca, São Paulo, SP. 301 p.
- Navas M y Vargas R ; (2014), «Diseño e implementación de un sistema de ovoscopía con visión artificial para la detección de huevos fértiles para incubandina» <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9151/1/T-ESPEL-MEC-0030.pdf>
- Nordstrom, J. O. and L. E. Ousterhout. 1982. Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. Poult. Sci. 61: 1991-1995.
- Nilipour A. Efecto del transporte y recepción del pollito en granja sobre la productividad. 2008. [01/10/2008]. URL: <http://www.wattpoultry.com/IndustriaAvicola/Article.aspx?id=27362>
- Oliveira GE, Figueiredo TC, Souza MR, Oliveira AL, Cancado SV, Gloria MB. (2009). Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. Poult Sci 2009; 88:2428-2434.
- Periago, J. (2007). Higiene, inspección y control alimentario. España: Universidad Central de Murcia

Reglamento (CE) N 589/2008 de la comisión de 23 de junio de 2008 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 1234/2007 del Consejo en lo que atañe a las normas de comercialización de los huevos

Romanoff A. L. & Romanoff A. J. (1949). The avian Egg. Jhon Wiley & Sons, New York

Serra, L., Aranceta, J., & Mataix, F. (2006). Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones (2ª edición ed.). Barcelona, España: Masson S.A.

SILVERSIDES, F.G.; VILLENEUVE, P. Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature? Poultry Science, v.73, p.50-55, 1994.

Scott TA, Silversides FG. The Effect of Storage and Strain of Hen on Egg Quality¹. Poult Sci 2000; 79:1725-1729.

UNIT-ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos

UNIT-ISO 22000:2018. Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. Requisitos para cualquier organización de la cadena alimentaria.

USDA, 1991. Egg-Grading Manual. Revision 2000

Van den Brand H, Reijrink IAM, Hoekstra LA, Kemp B. (2008). Storage of eggs in water affects internal egg quality, embryonic development, and hatchling quality. Poult Sci 2008; 87:2350- 2357.

Yande lui, Yibin Ying, Aigou OuYang, Yanbin Li. Measurement of internal quality in chicken eggs using visible transmittance spectroscopy technology. Food control 2007; 18:18 -22.

Zalapa A, 2016. Graphic correlation between egg weight, height of egg white and haugh units. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/290523405> Fecha de consulta 26-02-19

5. Consumo de huevo a nivel humano y sus efectos

La tendencia actual de consumir menor cantidad de energía (por múltiples circunstancias: personas mayores, baja actividad física, dietas de adelgazamiento, etc.) puede comprometer la ingesta de algunos nutrientes, poniendo de nuevo de relieve la importancia de este alimento (Carbajal, 2014). Los huevos pueden ser una buena alternativa al consumo de carnes que, por su contenido en grasa total y saturada, está limitado en las actuales normas dirigidas a la población a un consumo ocasional y moderado (Dapcich y col., 2004; Krauss y col., 2000).

En España se recomienda, para la población en general, un consumo de huevos de 3 a 4 veces por semana (Dapcich y col., 2004).

5.1 Valores nutricionales

En los últimos 20 años se ha prestado una especial atención a los huevos de gallina como portadores de nutrientes críticos (Miles, 1998). Si bien el potencial energético del huevo es relativamente pobre, 75 Kcal por huevo (tabla 14), la riqueza proteica del huevo es relativamente alta y de gran calidad nutritiva. Si comparamos el contenido proteico de los principales alimentos de origen animal, es muy similar de unos a otros, pero el valor biológico (verdadero índice de utilización proteica), es mucho mayor en el huevo, debido a la concentración y equilibrio en que se encuentran los distintos aminoácidos que las constituyen (Sastre y col., 2002) y durante mucho tiempo fue considerada la proteína patrón con la que se comparaban las proteínas de otros alimentos (López y Aránzazu, 2104).

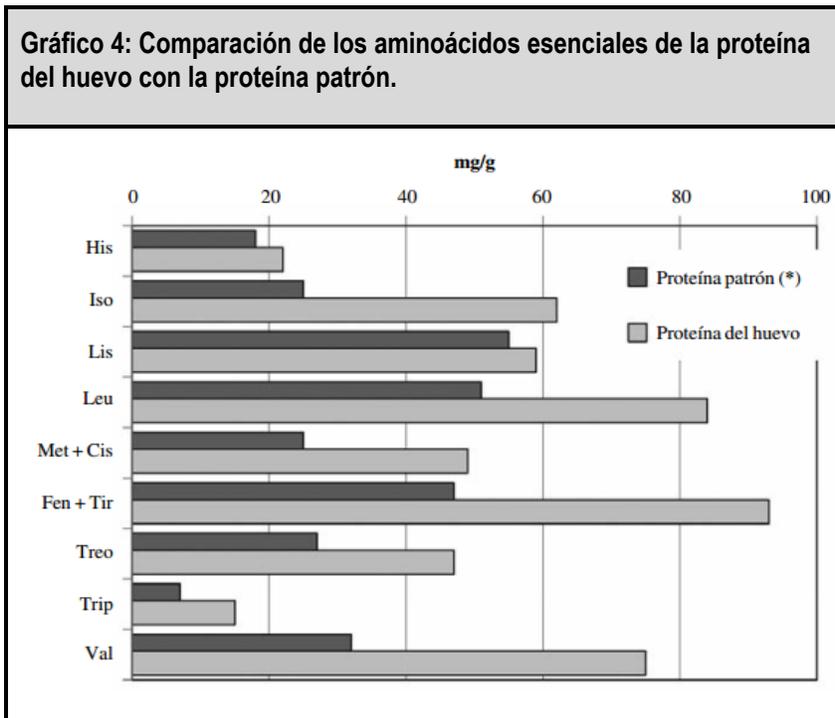
En la actualidad, y siguiendo las recomendaciones del IOM del 2005, la proteína patrón o de referencia se ha establecido teniendo en cuenta las necesidades de aminoácidos esenciales de los niños entre 1 y 3 años. Si comparamos la proteína del huevo con este nuevo patrón (ver gráfico 4) se puede apreciar

Tabla 14 : Parámetros nutricionales para el huevo de 62 g			
NUTRIENTE	HUEVO ENTERO	CLARA	YEMA
Agua (g)	37,665	29,329	8,102
Kcalorías	74,5	16,7	59,428
Proteínas (g)	6,245	3,514	2,782
Lípidos totales (g)	5,01	-----	5,124
Ácidos Grasos como TAG (g)	4,327	-----	4,428
AGS (g)	1,55	-----	1,586
AGM (g)	1,905	-----	1,949
Colesterol (mg)	212,5	-----	212,646
Lecitina (g)	1,15	-----	1,11
Vitaminas			
A (UI)	317,5	-----	322,8
D (UI)	24,5	-----	24,5
E (mg)	0,525	-----	0,525
B ₁₂ (mcg)	0,5	0,067	0,516
B ₁ Tiamina (mg)	0,031	0,002	0,028
B ₂ Riboflavina (mg)	0,254	0,151	0,106
B ₃ Niacina (mg)	0,036	0,031	0,002
B ₅ Ac. Pantot. (mg)	0,627	0,04	0,632
B ₆ Piridoxina (mg)	0,070	0,001	0,065
B ₉ Folato (mcg)	23,5	1,002	24,236
Biotina (mcg)	9,98	2,34	7,58
Colina (mg)	215,06	0,42	215,97
Minerales			
Calcio (mg)	24,5	2,004	22,742
Hierro (mg)	0,72	0,01	0,586
Magnesio (mg)	5	3,674	1,494
Fósforo (mg)	89	4,342	81
Potasio (mg)	60,5	47,762	15,6
Selenio (mg)	15,4	5,878	7,503
Sodio (mg)	63	54,776	7,138
Zinc (mg)	0,55	0,003	0,516

Siglas: AGS: Ácidos grasos saturados; AGM: Ácidos grasos monoinsaturados; AGP: Ácidos grasos poliinsaturados.

Fuente: USDA (Nutrient Database for Standard Reference) Release 12/Eggyclopedia, Unabridged 6/99 (Egg Nutrition Center-USA)

que el huevo proporciona todos los aminoácidos esenciales y en cantidades superiores al patrón de referencia (López y Aránzazu, 2104).



* Basada en los requerimientos de aminoácidos de niños de 1-3 años (IOM, 2005)

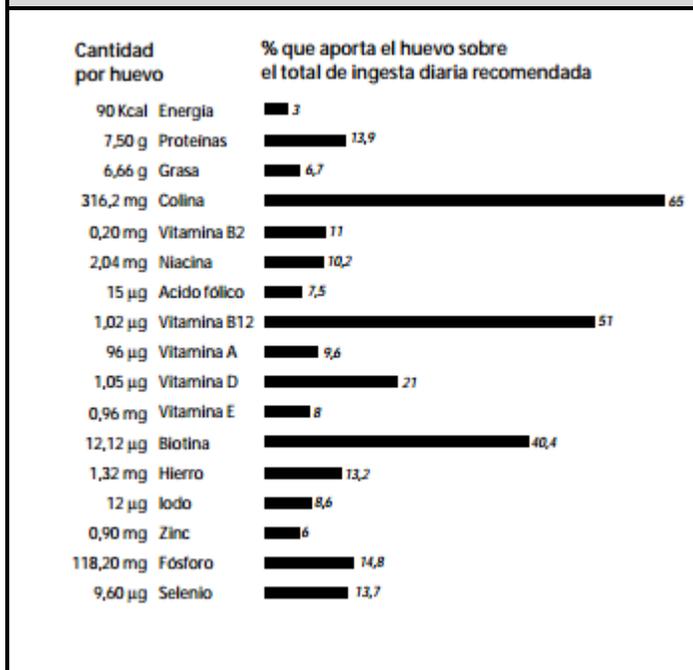
Fuente: López y Aránzazu, 2104

La Utilización Neta de Proteína (UNP) es un índice de calidad de las proteínas que se calcula multiplicando la digestibilidad de la proteína por su valor biológico. La UNP de los cereales es normalmente inferior a 40 mientras en los huevos de gallina es 87 (FAO, 2013).

En la tabla 14 se detallan los diferentes aportes nutricionales brindados por el huevo entero, la clara y la yema.

Los huevos proporcionan no solo, proteínas de alta calidad, sino también vitaminas y minerales importantes (FAO, 2013). El huevo, como alimento, es económico y bajo en calorías, fuente de nutrientes tales como folato, riboflavina, selenio, colina y vitaminas B₁₂ y A. También, es una de las pocas fuentes exógenas de vitaminas K y D (USDA, 2012).

Gráfico 5: Proporción de aportes nutricionales del total de ingesta diaria recomendada*



* Valores diarios con base a una dieta de 200 Kcalorías u 8400Kjules. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas

Fuente: Sastre et al (2002). Lecciones sobre el huevo. Consejo asesor del instituto de estudios del huevo. Editorial Torreangulo Arte Gráfico S.A. 1ª Edición

De los 7,5g de lípidos totales que contiene un huevo, 2g corresponden a ácidos grasos saturados (AGS), 1,1g a ácidos grasos poliinsaturados (AGP) y 3g 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 (Sastre y col., 2002).

La matriz lipídica de la yema sirve para mejorar la biodisponibilidad de carotenoides, como la luteína y la zeaxantina, que previenen la degeneración macular relacionada con la edad (pérdida de visión que ocurre con el transcurso de los años) e intervienen disminuyendo la incidencia de cataratas (Ribaya, 2004).

En el gráfico 5 se detalla la contribución de un huevo al total de las necesidades nutricionales diarias de un adulto. Las cantidades están referidas a un huevo comercial tipo (62g).

5.1.1 Ácido fólico

La carencia de ácido fólico es motivo de especial preocupación en casi todos los países en desarrollo, ya que, se ha demostrado que causa anomalías del tubo neural. Estas pueden producirse en una fase muy temprana del embarazo, lo que provoca graves problemas cerebrales y en la médula espinal, mortinato y mortalidad infantil temprana.

Un huevo aporta el 23% del aporte dietético recomendado de ácido fólico (200 µg/día, aunque esta cifra presenta un amplio margen de variación). Se debe considerar que la concentración de ácido fólico en los huevos puede aumentar considerablemente suministrando a las gallinas una dieta enriquecida con este (FAO, 2013).

5.1.2 Yodo

Alrededor de mil millones de personas sufren de carencia de yodo, lo que tiene a menudo graves consecuencias. El yodo tiene varias funciones y es componente de las hormonas (T4 y T3) de la glándula tiroides. La insuficiencia de yodo puede provocar un desarrollo cerebral lento en el feto, lo que puede desembocar en mortinatalidad o retraso mental en el niño (FAO, 2013). El déficit de yodo severo produce alteraciones en las neuronas, células gliales, mielina, sinapsis y en la morfología del cerebro y cerebelo (Vani y Umesh 2004); así como bocio, sobre todo en los adultos (FAO, 2013).

Los habitantes de zonas sin acceso a alimentos marinos y donde los suelos son pobres en yodo corren un mayor riesgo de padecer estas patologías. La sal yodada constituye una solución a este problema en el largo plazo (FAO, 2013).

Se ha establecido que el yodo contenido en los huevos es rápidamente asimilado por el organismo humano (Stambury 1996, Gruzauskas et.al, 2002, Jeroch et.al., 2002).

Como se puede ver en el grafico 5, el huevo aporta el 8,6% de los requerimientos de yodo necesario, pero otros autores han indicado que el huevo podría aportar más, Leung y Pearce (2007) indicaron un aporte de 29ug, mientras que, en Grecia el contenido de yodo en huevos enriquecidos fue de 34ug por huevo, comparado con 9ug por huevo no enriquecido (Yannakopoulos et. al., 2005).

5.1.3 Selenio

Los beneficios del selenio, conocido por ser un potente antioxidante, han recibido recientemente considerable atención (Surai y Dvorska, 2001). El selenio interviene en el correcto funcionamiento del sistema inmunológico y en la reducción o inhibición del paso del VIH al SIDA. Esta enfermedad es menos frecuente en los países donde el suelo tiene un alto contenido de selenio que en los países donde tiene un bajo contenido (Jaques, 2006). El selenio es también necesario para la motilidad del espermatozoides y puede reducir el riesgo de aborto espontáneo.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América ha afirmado que «el selenio puede reducir el riesgo de algunas formas de cáncer»; en particular, es de especial importancia en la reducción de la incidencia del cáncer de próstata. La carencia de selenio puede tener un efecto negativo en el estado de ánimo, especialmente en la depresión, y puede estar asociada a otros problemas de salud, entre ellos, las enfermedades del corazón (enfermedad de Keshan).

El selenio también interviene en la conversión de la tiroxina (T4) en la triyodotironina (T3) biológicamente activa. Un problema del selenio es que su carencia, a diferencia de la del yodo, tiene pocos síntomas específicos. En consecuencia, excepto en pocos casos, una carencia clara no suele reconocerse, a pesar de que puede afectar al bienestar general. Debido a que en los seres humanos el consumo de selenio diario es relativamente bajo, los huevos son un vehículo ideal del oligoelemento.

La suplementación de la dieta de las gallinas ponedoras con selenio orgánico a 0,4mg/kg de pienso hará que el contenido de 100g de huevo comestible aumente de 20µg a alrededor de 60µg, el aporte dietético recomendado mínimo para un adulto (FAO, 2013).

5.1.4 Vitaminas

Los huevos son uno de los pocos alimentos, después de los pescados, que tienen cantidades apreciables de vitamina D. Además del contenido de colecalciferol, la yema tiene también hasta 1mcg/100 g del metabolito 25(OH)D (con mayor actividad biológica) (Ovesen y col., 2003).

Otro componente del huevo, de importancia nutricional, es la colina, un nutriente esencial para el hombre (IOM, 2000). Hasta hace poco tiempo, se pensaba que el organismo sintetizaba la cantidad suficiente;

sin embargo, hoy se sabe que es necesario aportarlo en la dieta. Las ingestas recomendadas, establecidas en 1998 (IOM, 2000) son de 550mg/día en hombres y de 425mg/día en mujeres. El huevo aporta 215,06mg del mismo.

La colina es un nutriente necesario en la síntesis de esfingomielina y de fosfolípidos de membrana, como la fosfatidilcolina, imprescindible para mantener la integridad de la membrana y para su correcto funcionamiento; es también precursora del neurotransmisor acetilcolina, importante en los centros cerebrales de la memoria; para el normal desarrollo del cerebro (Zeisel, 2004), para el transporte y metabolismo de lípidos y colesterol (IOM, 2000) y para la función renal (Fischer y col., 2005).

La biotina es otra de las vitaminas de interés aportado por la yema de huevo. Este nutriente es un cofactor de un grupo de enzimas importantes en el metabolismo energético, de los ácidos grasos y de los aminoácidos. Es difícil estimar las ingestas recomendadas de biotina pues las bacterias intestinales producen una cantidad que se absorbe, pero, posiblemente, unos 30 microgramos/día para adultos podrían ser suficientes (IOM, 2000). El huevo aporta 9.98mcg de biotina.

5.1.5 Ácidos grasos omega 3

La importancia de los ácidos grasos poliinsaturados n~3 en la salud humana ha sido reconocida recientemente. Abarca desde la protección contra algunas formas de cáncer, varias enfermedades y condiciones (enfermedades cardíacas, desarrollo cerebral, capacidad de aprendizaje y enfermedades inflamatorias como el asma o la artritis reumatoidea) hasta el bienestar general (Anónimo, 2002). 100g de huevo comestible aportan 150 mg de n~3 total.

Si se incluye en la dieta de las gallinas ponedoras la harina de pescado, los residuos de pescado y el aceite de pescado, también pueden aumentar los ácidos grasos poliinsaturados n~3 de los huevos. Aunque no hay acuerdo sobre el aporte dietético recomendado de grasas n~3, algunos sugieren un aporte para los adultos de 2 a 3 g de las grasas n~3 totales al día (FAO, 2013).

5.1.6 Colesterol

Un huevo de 60g contiene aproximadamente 200mg de colesterol. La ingesta diaria máxima recomendada estándar de colesterol es de 300mg (FAO, 2013).

Hay dos datos no muy conocidos: a) el colesterol debe estar en su forma oxidada (rancio) para causar las placas arteriales (ateromas) que conducen a la obstrucción parcial de los vasos sanguíneos, y b) algunos tipos de colesterol son beneficiosos.

La lipoproteína de alta densidad (HDL), o colesterol bueno, protege de las enfermedades del corazón reduciendo el colesterol circulante. La «culpable» del estrechamiento o endurecimiento de las arterias es la lipoproteína de baja densidad (LDL), o colesterol malo, en su forma oxidada. Una manera de contrarrestar este proceso es, por tanto, consumir alimentos ricos en antioxidantes naturales. Un tercer punto importante es que la grasa de los huevos está en forma de aceite emulsionado, una forma inusual,

casi la mitad de esta se compone de grasas monoinsaturadas. Esta combinación probablemente minimiza la incidencia del efecto del consumo de huevos en el colesterol malo en la sangre.

El colesterol no es un requisito dietético, aunque se encuentra en casi todas las células del cuerpo, particularmente en el cerebro y en el tejido nervioso. El hígado produce hasta 2000mg al día. Solo alrededor del 50% del colesterol de la dieta se absorbe, mientras que el resto se excreta (FAO, 2013).

Keys y Parlin (1966) calcularon que el consumo de un huevo diario solo aumenta el colesterol en sangre en 4% en sujetos normocolesterolémicos. De manera semejante, en diferentes estudios se informa que el consumo de huevo no está relacionado con un mayor nivel de colesterol (Song Wo, 2000), tampoco está relacionado con la aparición de la enfermedad cardiovascular (Hu FB, et al 1999).

5.2 Recomendaciones y beneficios según rangos etarios

El ser humano, a lo largo de su vida y de los diferentes estados fisiológicos, necesita requerimientos nutricionales específicos. En cuanto al huevo, se deben tomar las consideraciones que se detallan a continuación.

5.2.1 Infante

A los 9 -11 meses de vida de un ser humano (según MSP, Uruguay) es recomendado la introducción a la dieta de un huevo de gallina entero, bien cocido, 1 unidad agregado al puré o a la papilla si no se utilizan carnes o pescado en la dieta, pero debe tenerse en cuenta que los niños alérgicos o con antecedentes familiares de alergias o intolerancias deberán ser cuidadosamente evaluados por su pediatra, pudiéndose retrasar la incorporación de algunos alimentos (Gonzalez, 2008).

5.2.2 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. Comer 4-5 huevos/semana podría ser una medida de prevención como aporte suplementario de colina. Se requieren mayores aportes de colina necesaria para la construcción de estructuras del sistema nervioso del feto. De ahí la importancia del huevo en la dieta de las madres lactantes (Sastre et al, 2002).

5.2.3 Ancianos y convalecientes

El huevo es un alimento valioso para el anciano por su valor nutritivo, fácil masticación y digestión. Son 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 esta y favoreciendo su eliminación o disminución de tamaño. 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 (Sastre et al, 2002).

En el caso de las proteínas riboflavina y niacina, vitamina A y E, hierro y selenio, dos huevos proporcionan más del 15% de las necesidades de dichos nutrientes, e incluso la vitamina B12, el ácido pantoténico, la biotina, el fósforo y la colina se cubren más del 30%. Esto pone de relieve la importancia de este alimento en la dieta del anciano (López y Aránzazu, 2104).

La luteína y zeaxantina son pigmentos carotenoides que no tienen actividad vitamínica y que se encuentran principalmente en la yema del huevo, siendo responsables de su color. Estos compuestos se encuentran fundamentalmente en alimentos de origen vegetal y el huevo es el único alimento de origen animal que los aporta. Aunque su contenido es inferior al de algunas fuentes de origen vegetal, su biodisponibilidad es superior (Adbdel et.al, 2013).

Estos carotenoides tienen un importante efecto antioxidante, antimutagénico y anticarcinogénico (Ribaya et.al., 2004). Estos compuestos se acumulan en la retina y en el cristalino, donde actúan filtrando las radiaciones y como antioxidantes (Adbdel et.al, 2013). La ingesta de estos carotenoides se ha relacionado con un menor riesgo de cataratas y la prevención de la degeneración macular, problema frecuente en las personas de edad avanzada (Adbdel et.al, 2013).

5.3 Alergias a la proteína de huevo

La alergia al huevo de gallina es una reacción adversa causada por un mecanismo inmunológico y que se produce por la ingestión y el contacto con huevo. Solamente se da en las personas que tienen una sensibilización alérgica a dicho alimento, es decir, han producido inmunológicamente IgE, que se dirige específicamente contra las proteínas del huevo (Alonso, 2012).

Entre las proteínas alergénicas del huevo están el ovomucoide, la ovoalbúmina, la ovotransferrina, la lisozima y la alfa lecitina; las cuatro primeras predominan en la clara y la última, en la yema (Boyano et.al, 2001).

Los mecanismos que causan alergia inducida por huevo son los mismos que para otros alimentos e incluyen las reacciones mediadas por IgE y las no mediadas por IgE, entre las que se pueden encontrar las relacionadas con mecanismos celulares de inflamación eosinofílica, aunque frecuentemente suelen ser mecanismos mixtos (Jones y Burks, 2013). Las proteínas más alergénicas del huevo parecen compartir ciertas propiedades con las proteínas alergénicas de otros alimentos: un peso molecular menor de 70 kD, frecuente glucosilación, solubilidad en agua, y resistencia al calor y a la digestión por enzimas presentes en el tracto gastrointestinal (Besler et.al, 2001).

Vale la pena aclarar que, estas características, aunque son frecuentes entre los alérgenos, no son universales. Cuando la alergia al huevo es transitoria, se ha relacionado con la sensibilización a epítomos en la conformación de proteínas sensibles al calor; cuando por el contrario es persistente y dura más allá de los cinco años se atribuye a epítomos secuenciales que no se degradan fácilmente con las altas temperaturas a los que son sometidos durante la preparación de los alimentos (Wang et.al., 2010). No

obstante, la tendencia general, en el caso del huevo, es que su potencial alergénico se atenúe con el calor más frecuentemente que el de la leche (70 a 80 %) y también es más sensible a los cambios de pH (Konstantinou y Kim, 2012).

El ovomucoide, que es la proteína más frecuentemente implicada en las reacciones con huevo, disminuye su potencial alergénico con pH alcalino, lo que quiere decir que, a mayor tiempo de almacenamiento, menor potencial alergénico. Esto también puede suceder con la digestión gástrica, lo que explica por qué algunos pacientes pueden reaccionar ante el contacto con huevo, pero no tras su ingestión (Sanchez et.al., 2014).

La probabilidad de remisión depende de varios factores: la edad de inicio de la reacción, la gravedad del cuadro, los sistemas afectados y el tiempo que lleve el paciente con el cuadro. Se estima que entre 30 y 50 % de los menores de 5 años adquieren tolerancia al huevo entre los 5 y los 10 años, especialmente si la afectación es solo cutánea (Boyano et.al 2002; Savage et.al, 2007). Por ello, se recomienda evaluar la sensibilidad mediante la determinación de IgE específica y la prueba intraepidérmica cada año, si parece que se ha adquirido tolerancia, esta debe probarse mediante una prueba de provocación vigilada (Sanchez et.al., 2014).

Es importante recalcar que los huevos de destinas aves utilizadas para el consumo humano se comportan con un alto grado de reactividad cruzada, excepcionalmente esta descrita la tolerancia a los huevos de codorniz (Alonso, 2012).

La alergia al huevo se sitúa entre 0,5-2,7% en niños mayores de 12 meses, siendo poco habitual la aparición a partir de los 2 años. La evolución y tolerancia va desde el 20% a los 24 meses hasta el 60-75% a los 9 años. Además, esta última alergia representa el 44% de las consultas de alergia alimentaria en menores de 5 años (Alonso, 2012).

5.4 Controversias sobre el consumo de huevo

Desde la década de 1980, el consumo de huevos ha ido disminuyendo progresivamente, aunque ha aumentado mucho su uso en la industria alimentaria como ingrediente de numerosos alimentos procesados (aproximadamente un 30% del consumo total) (Froning, 1998; Surai y Sparks, 2001).

La publicidad negativa que ha recibido en los últimos años por su contenido en colesterol, ha limitado su consumo no solo entre personas con dietas destinadas a controlar la colesterolemia, sino también entre la población en general (Carbajal, 2014).

Los resultados sugieren que el consumo de 1 huevo al día no tiene efectos negativos en el metabolismo de la glucosa ni lipoproteínas aterogénicas en pacientes con diabetes tipo 2 (Ballesteros y col., 2015).

Se sabe que no hay una relación directa entre el contenido de colesterol de los alimentos y el riesgo cardiovascular (Hu y col., 1999; Krauss y col., 2000). No hay justificación científicamente probada para limitar el consumo de huevos en el contexto de una dieta equilibrada, variada y un estilo de vida saludable (McNamara, 2000).

Bibliografía consultada

- Abdel-Aal el-SM, Akhtar H, Zaheer K, Ali R. (2013). Dietary sources of lutein and zeaxanthin carotenoids and their role in eye health. *Nutrients* 2013; 5 (4): 1169-85
- Alonso E. (2012). Alergia al huevo. En: Zubeldia JM, Baeza ML, Jauregui I, Senent C, Editores. Libro de Alergias Alimentarias de la Fundación BBVA. España. 2012. p. 231-7
- Anónimo. 2002. Essential fatty acids in human nutrition and health. Actas de la Conferencia Internacional, Shanghai, China, 24–27 de abril de 2002.
- Ballesteros MN, Valenzuela F; Robles AE; Artalejo E; Aguilar D, Andersen, CJ, Valdez, H, Fernandez ML. (2015). One Egg per Day Improves Inflammation when Compared to an Oatmeal-Based Breakfast without Increasing Other Cardiometabolic Risk Factors in Diabetic Patients. *Nutrients* 2015, 7, 3449-3463. doi:[10.3390/nu7053449](https://doi.org/10.3390/nu7053449).
- Besler M, Steinhart H, Paschke A.(2001). Stability of food allergens and allergenicity of processed foods. *J Chromatogr B Biomed Sci Appl.*;756:207-28.
- Boyano T, García C, Díaz JM, Muñoz FM, García G, Esteban MM. (2001) Validity of specific IgE antibodies in children with egg allergy. *Clin Exp Allergy*, 31:1464-9.
- Boyano T, García C, Díaz JM, Martín M. (2002). Prediction of tolerance on the basis of quantification of egg white-specific IgE antibodies in children with egg allergy. *J Allergy Clin Immunol*;110:304-9.
- Carbajal (2014). Hábitos de consumo de huevos, calidad nutricional y relación con la salud. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia Universidad Complutense de Madrid <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>
- Dapcich V, Salvador Castell G, Ribas Barba L, Pérez Rodrigo C, Aranceta Bartrina J, Serra Majem LI. (2004). Guía de la alimentación saludable. Editado por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Madrid
- González; (2008). Guías alimentarias para menores de 2 años. Programa nacional prioritario de nutrición. Ministerio de Salud Pública. Dirección General de la Salud, Unidad coordinadora de programas prioritarios. Versión digital: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/red-icean/docs/Uruguay_dietary%20guidelines_%20under%20twos.pdf
- FAO (2013). Revisión del desarrollo avícola. Versión digital; <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf>
- Fischer LM, Scearce JA, Mar MH, Blanchard RT, Macintosh BA, Busby MG, Zeisel SH. (2005). Ad libitum choline intake in healthy individuals meets or exceeds the proposed adequate intake level. *J Nutr* 2005;135/4:826-829.

- Froning GW. (1998) Recent Advances in Eggs Products Research and Development. <http://animalscience.ucdavis.edu/Avian/psym983.pdf>
- Gruzauskas R, Lukosevicius L, Danius S. (2002). Eggs as a functional food. 10 Baltic Poultry Conference. Vilnius, p. 18-21
- Hu FB, Stampfer MJ, Rimm EB, Manson JE, Ascherio A, Colditz, G.A., Rosner BA, Spiegelman D, Speizer, F.E., Sacks FM, Hennekens, C.H., Willett WC. (1999). A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women. JAMA 1999;281:1387-1394.
- IOM (Institute of Medicine). (2000) Dietary Reference Intakes. Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. National Academy Press, Washington DC.
- IOM (Institute of Medicine), 2005. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, cholesterol, proteina and Amino Acids (Macronutrients). National Academy Press, Washington, DC
- Jacques, K.A. 2006. Zoonotic disease: not just from birds, and not just in the flu. En T.P. Lyons, K.A. Jacques y J.M. Hower, eds. Nutritional biotechnology in the feed and food industries: Proceedings of Alltech's 22nd Annual Symposium, Lexington, Kentucky, EE.UU. 23-26 de abril de 2006, pp. 149-159. Nottingham University Press, Reino Unido
- Jeroch H, Eder K, Schone F, Hirche F, Bottcher W, Seskeviciene J, Kluge H. *2002). Amounts of essential fatty acids, α tocoferol, folic acid, selenium and iodine in designer eggs. Lithuanian Veterinary Academy International Symposium on Physiology of Livestock. p. 31-32
- Jones SM, Burks AW. (2013). The changing CARE for patients with food allergy. J Allergy Clin Immunol;131:3-11.
- Keys A, Parlin RW. (1966) Serum-cholesterol response to changes in dietary lipids. Am J Clin Nutr. 1966;19:175-81
- Krauss RM, Eckel RH, Howard B, Appel LJ, Daniels SR, Deckelbaum RJ, Erdman JW, Kris-Etherton P, Goldberg IJ, Kotchen TA, Lichtenstein AH, Mitch WE, Mullis R, Robinson K, Wylie-Rosett J, St. Jeor S, Suttie J, Tribble DL, Bazzarre TL. AHA (2000) Dietary Guidelines. Revision 2000: A Statement for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee of the American Heart Association. Circulation 2000;102:2284-2299
- Konstantinou GN, Kim JS. (2012). Paradigm shift in the management of milk and egg allergy: baked milk and egg diet. Immunol Allergy Clin North Am.;32:151-64.
- Leung A, Pearce E. (2007). Iodine Nutrition in North America. Hot Thyroidology. No. 5

- López A. M, Aránzazu A. V. (2014). El huevo en la dieta de las personas mayores; beneficios nutricionales y sanitarios. *Nutrición Hospitalaria*; 30(Supl. 2):56-62 ISSN 0212-1611 • CODEN NUH0EQ S.V.R. 318. Departamento de Nutrición y Bromatología I (Nutrición). Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. España. Grupo de Investigación VALORNUT-UCM (920030). Universidad Complutense de Madrid. Madrid. España.
- McNamara DJ. (2000). The impact of egg limitations on coronary heart disease risk: Do the numbers add up? *J Am Coll Nutr* 2000;19/5:540S-548S.
- Miles, R.D. (1998) Designer eggs: altering Mother Nature's most perfect food. En T.P. Lyons y K.A. Jacques, eds. *Biotechnology in the feed industry*, pp. 423–435. Nottingham University Press, Reino Unido
- Ovesen L, Brot C, Jakobsen J. (2003). Food contents and biological activity of 25-hydroxyvitamin D: a vitamin D metabolite to be reckoned with? *Ann Nutr Metab* 2003;47:107-113.
- Ribaya-Mercado JD, Blumberg JB. (2004) Lutein and zeaxanthin and their potential roles in disease prevention. *J am coll nutr*. 2004;23(90006):567s587s.
- Sanchez, J., Restrepo M.N., Mopan J., Chinchilla C. y Cardona R. (2014). Alergia a la leche y al huevo: diagnóstico, manejo e implicaciones en América Latina. *Biomédica*, vol.34 no.1, Bogotá
- Sastre A, Sastre R, Tortuero F, Suárez G, Vergara G, López C. (2002). Lecciones sobre el huevo. Consejo asesor del instituto de estudios del huevo. Editorial Torreangulo Arte Gráfico S.A. 1ª Edición
- Savage JH, Matsui EC, Skripak JM, Wood RA. The natural history of egg allergy. *J Allergy Clin Immunol*. 2007;120:1413-7
- Song Wo, Kerver, Jm. (2000). Nutritional contribution of eggs to American diets. *J Am Coll Nutr*. 2000;19(5):556s-562s.
- Stambury J B. (1996). Iodine deficiency and iodine deficiency disorders, present knowledge in nutrition. Seventh Edition. ILSI press, Washington D. C. p. 152-160
- Surai, P.F. y Dvorska, J.E. (2001). Dietary organic selenium and egg: from improvement in egg quality to production of functional food. *Proceedings of the IX Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*, Kusadasi, Turquía, pp. 163–160.
- Surai PF, Sparks NHC. (2001). Designer eggs: from improvement of egg composition to functional food. *Trends Food Sci Technol* 2001;12:7-16.
- USDA (2012). National nutrient Database for standard Reference. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/services/docs.htm?docid=22113>

Vani S, Umesh K. (2004). Iodine Deficiency and Development of Brain. *The Indian Journal of Pediatrics*. 71(4):325-329

Yannakopoulos A, Tserveni-Gousi A, Christaki E. (2005). Enhanced Egg Production in Practice: the case of Bio-Omega-3 Egg. *International Journal of Poultry Science*. 4(8):531-535

Wang J, Lin J, Bardina L, Goldis M, Nowak-Wegrzyn A, Shreffler WG, et al. (2010). Correlation of IgE/IgG4 milk epitopes and affinity of milk-specific IgE antibodies with different phenotypes of clinical milk allergy. *J Allergy Clin Immunol*;125:695-702.

Zeisel SH. (2004). Nutritional importance of choline for brain development. *J Am Coll Nutr* 2004;23:621S-626S

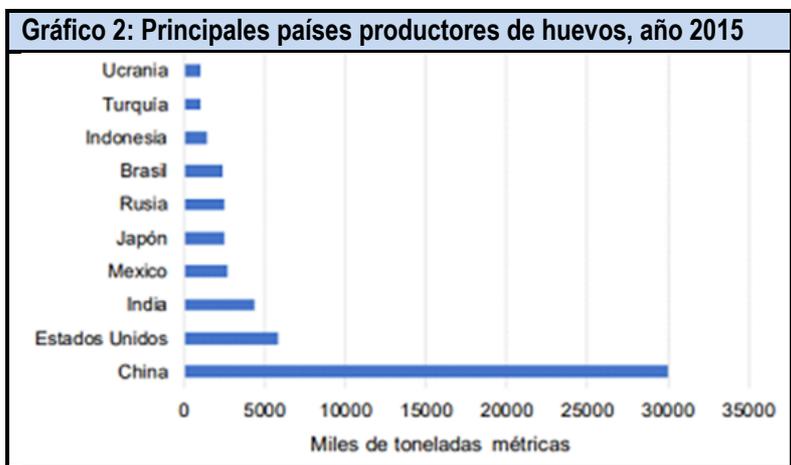
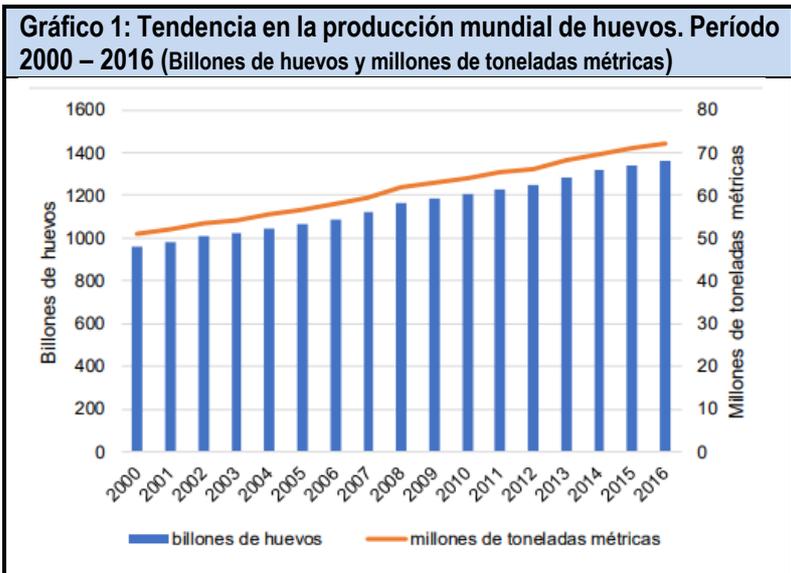
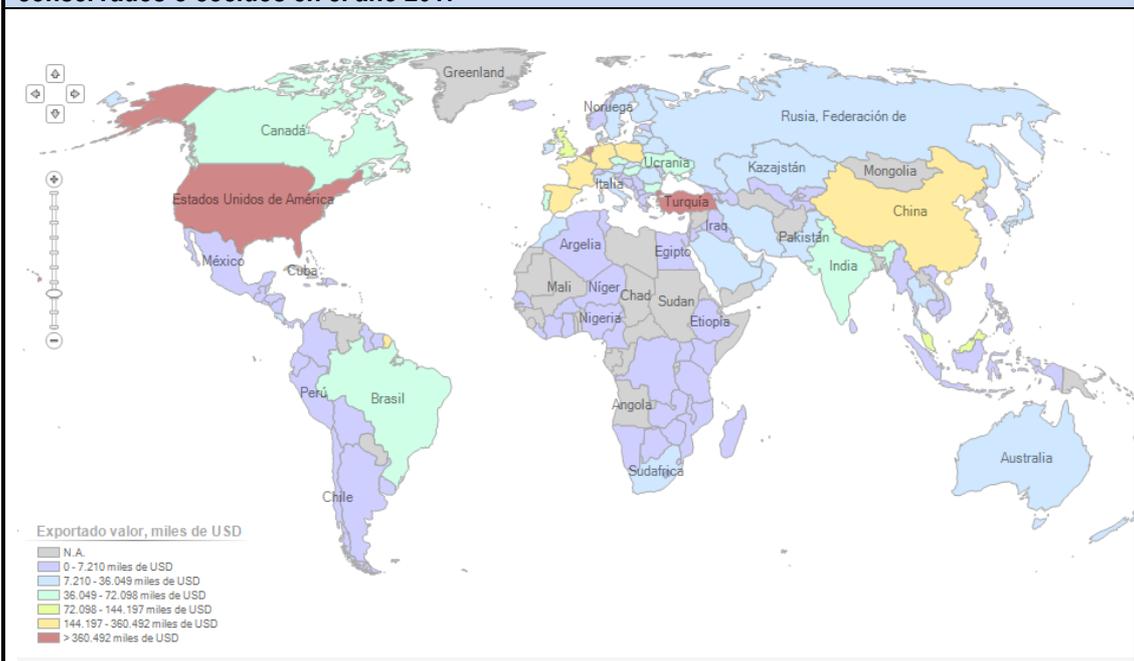


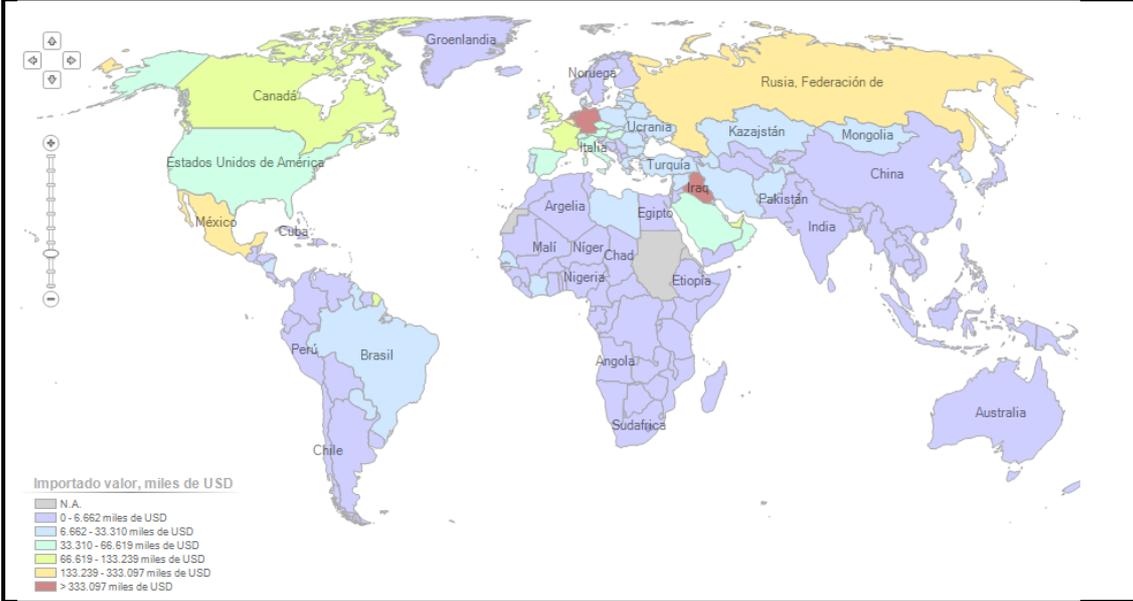
Figura 1. Mapa de los países exportadores para el producto Huevo de ave con cáscara, conservados o cocidos en el año 2017*



*Nota: el mapa clasifica los países por colores según el valor de las exportaciones en miles de USD.

Fuente: International Trace Center (ITC)

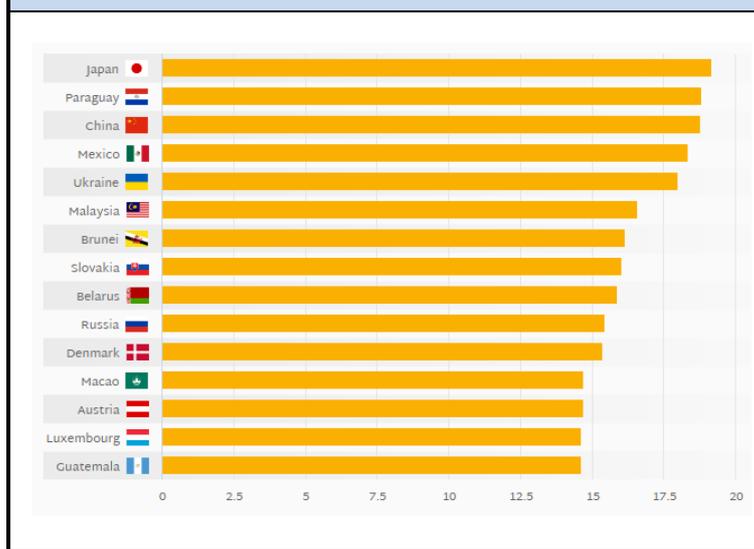
Figura 2. Mapa de los países importadores para el producto Huevo de ave con cáscara, conservados o cocidos en el año 2017*



*Nota: el mapa clasifica los países por colores según el valor de las importaciones en miles de USD.

Fuente: International Trace Center (ITC)

Gráfico 3: Kg de consumo per cápita/año por país de huevo



Fuente: Heigi Library, 2013

Capitulo2

Figura 3: Estructura del huevo

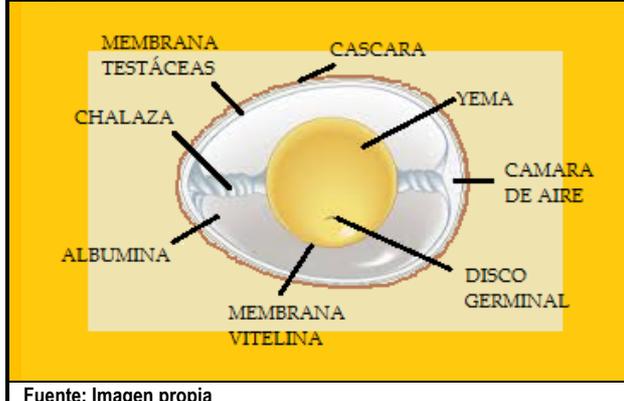


Figura 4: Microscopia electrónica de barrido de corte sagital de cascara de huevo

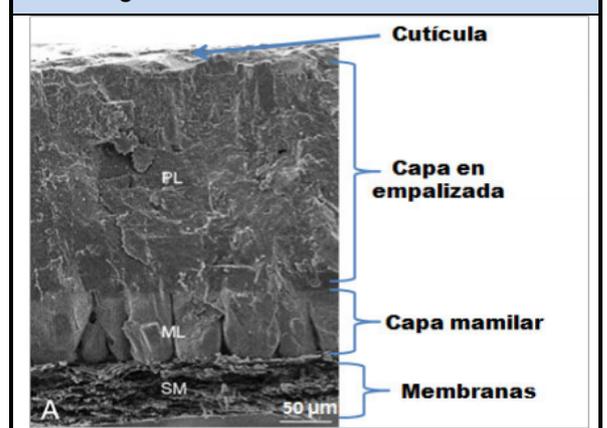
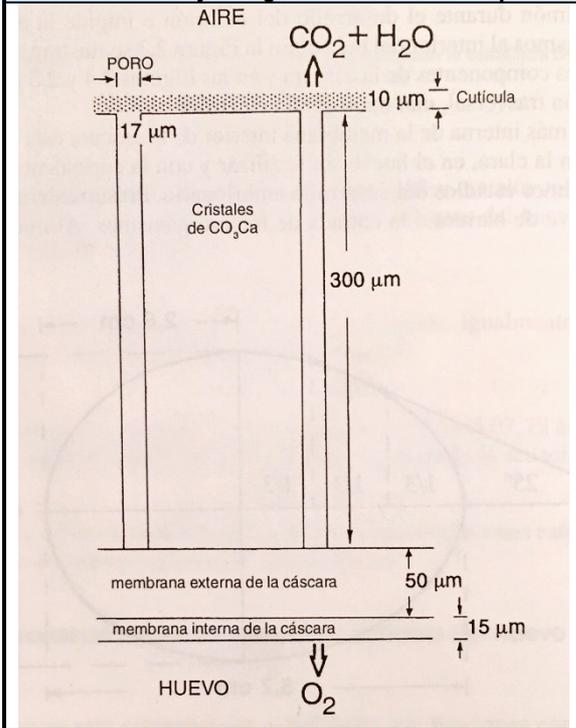
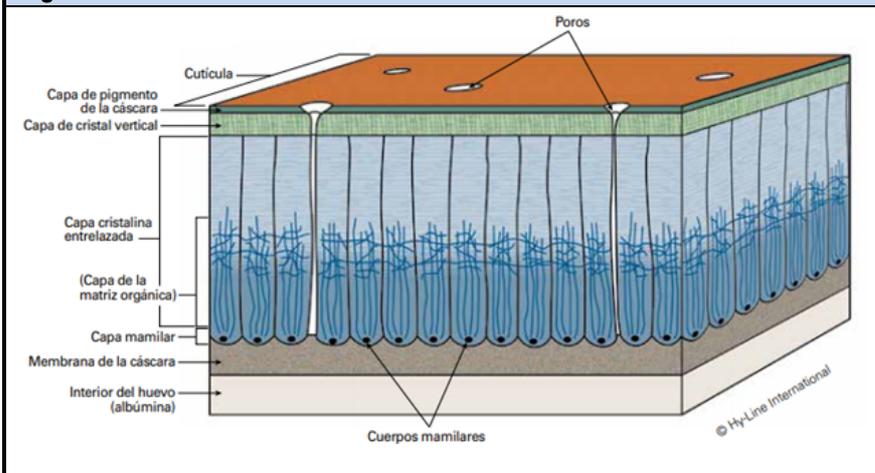


Figura 5: Representación esquemática de la estructura anatómica de la cascara del huevo ilustrando el flujo de gases a traves de los poros



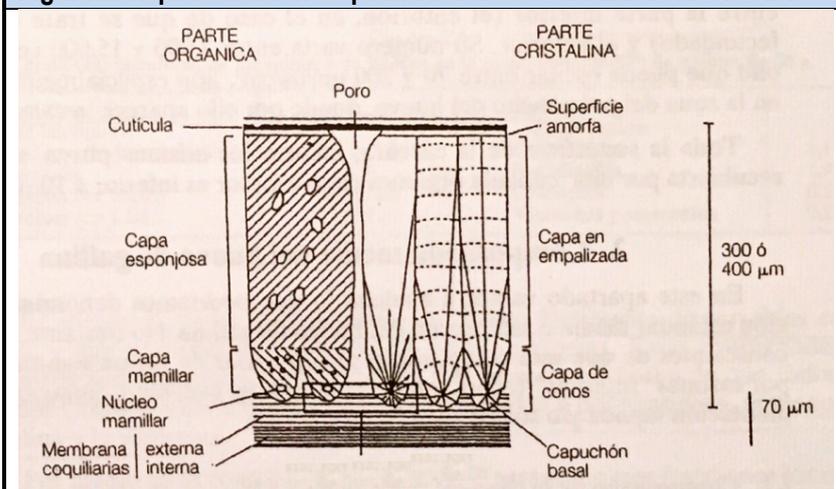
Fuente: Etches, 1998, Página 14

Figura 6: Estructura de la cascara de huevo



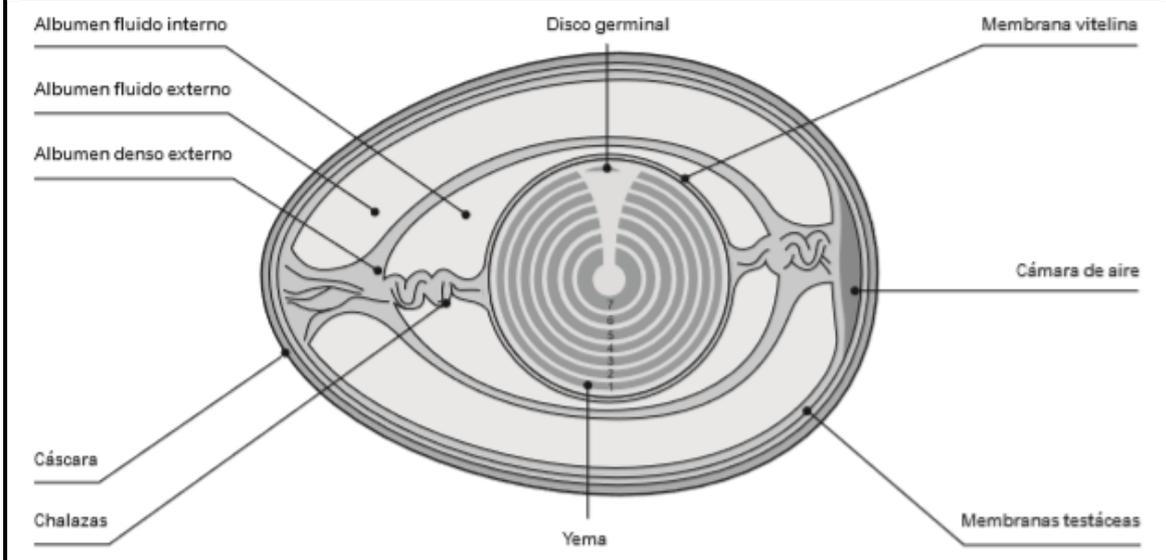
Fuente: Boletín técnico Hy Line, 2017

Figura 7: Representación esquemática de corte radial de la cascara



Fuente: Sauveur, 1993, Página 269

Figura 8: Esquema de estructura de huevo



Fuente: Sastre 2002, Pagina 46

Capítulo 3

Figura 9: Recolección automática de huevo



Figura <https://www.inames.com.ec/innov.html>, fecha de consulta 25-02-19

Figura 10: Recolección manual de huevos



Fuente: imagen propia

Figura 11: Recolección manual de huevos



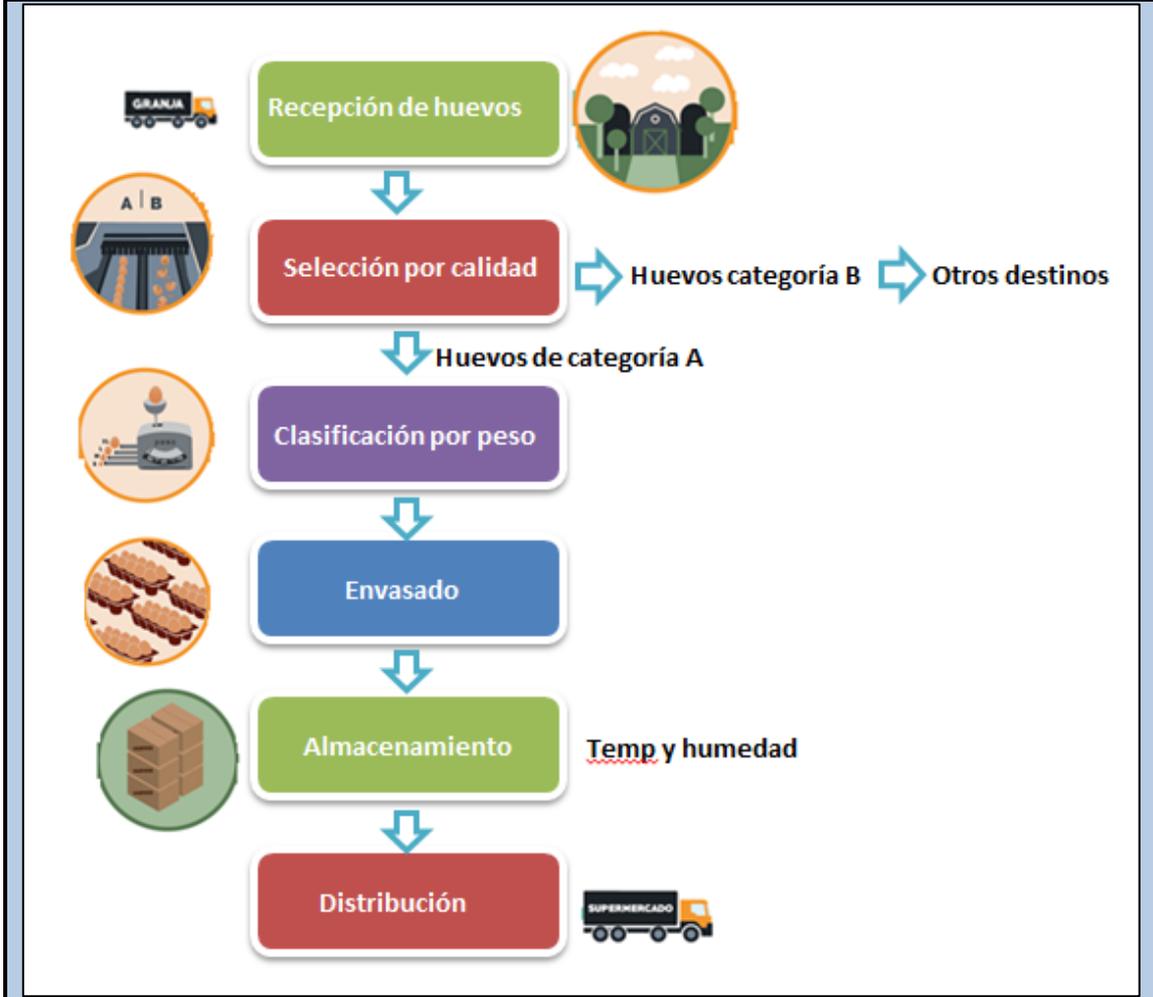
Fuente: imagen propia

Figura 12: Clasificación automática del huevo



Fuente: imágenes propias

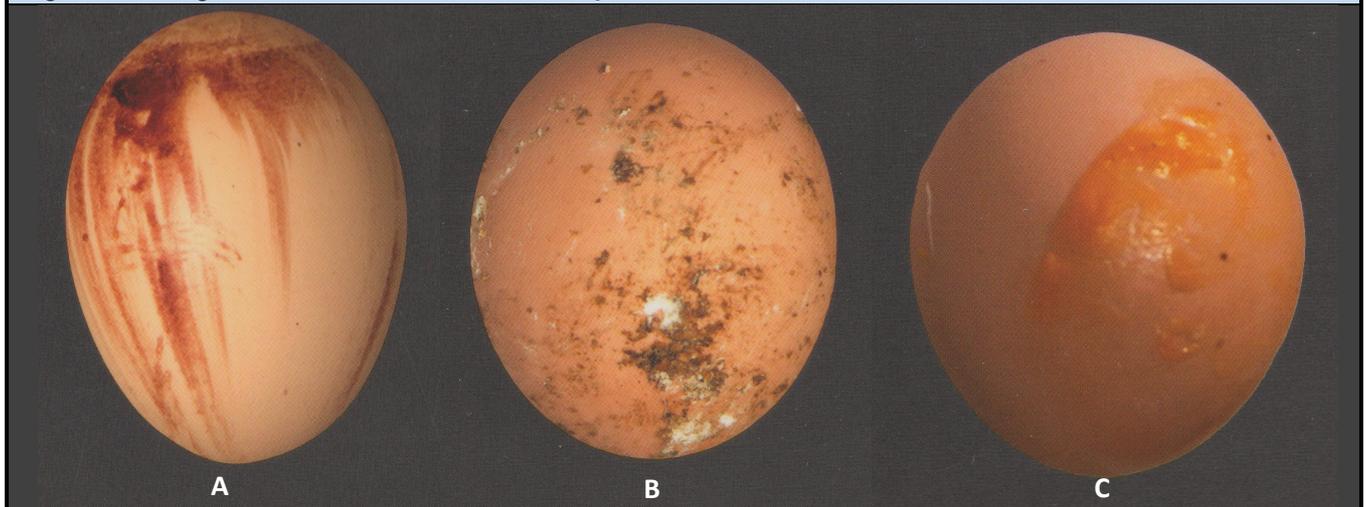
Figura 13: Flujo de procesos en clasificación y envasado de huevos



Fuente: esquema propio

Capítulo 4

Figura 14. Fotografías de huevos con diferentes tipos de suciedad



- A) Huevo manchado de sangre
- B) Huevo con materia fecal
- C) Huevo manchado con yema

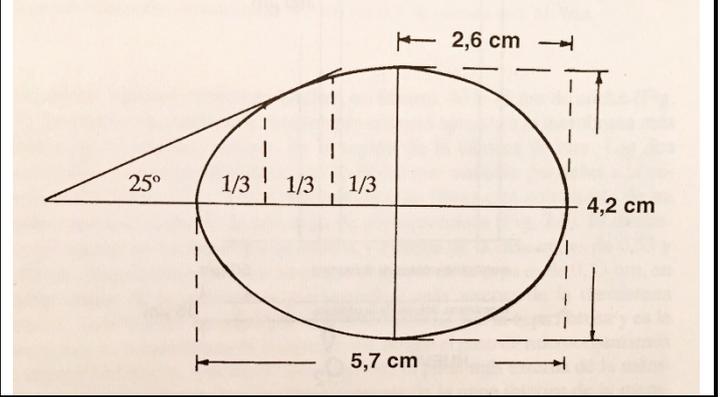
Fuente: imágenes propias

Figura 15: Imagen de huevos marrones y blancos



Fuente: imagen propia

Figura 16. Dimensiones y geometría del huevo de gallina mostrando la forma preferida por el mercado.



Fuente: Etches, 1998 pagina 13

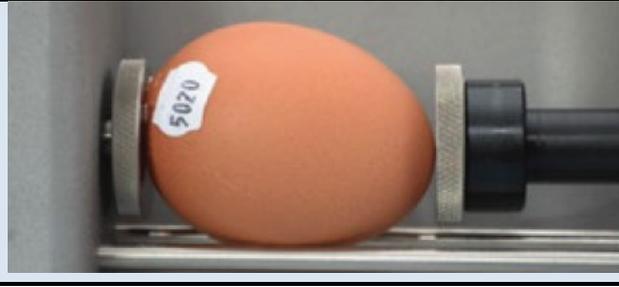
Figura 17: Irregularidades en cáscara



- A) Huevo agrietado
- B) Huevo con depósitos de calcio
- C) Huevo arrugado
- D) Huevo alargado

Fuente: Imagen propia

Figura 18: Compresión de huevo



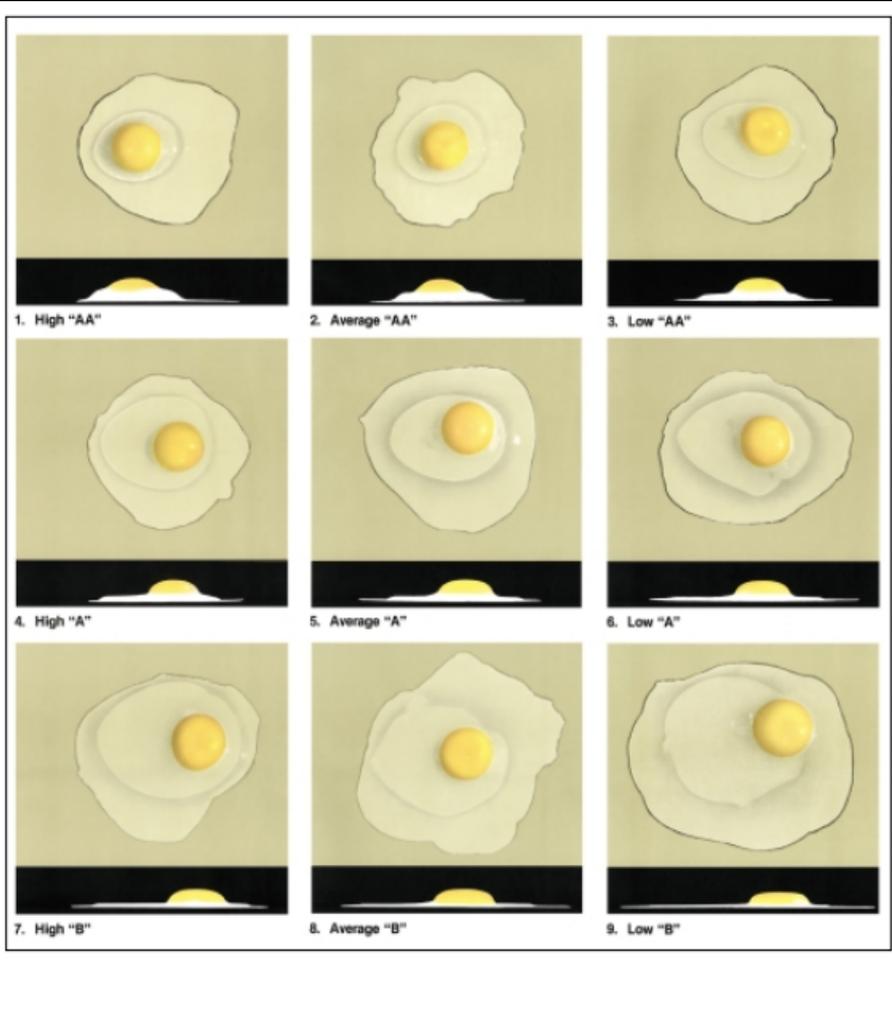
Fuente: <https://avicultura.info/la-calidad-del-huevo-en-el-punto-de-miracalidad-externa-2/>, fecha de consulta 25-02-19

Figura 19: Evaluación del color de yema con el abanico de color DSM



Fuente: <https://avicultura.info/determinacion-de-calidad-del-huevo/>, fecha de consulta 25-02-19

Figura 20: Calidad interna de huevos según USDA

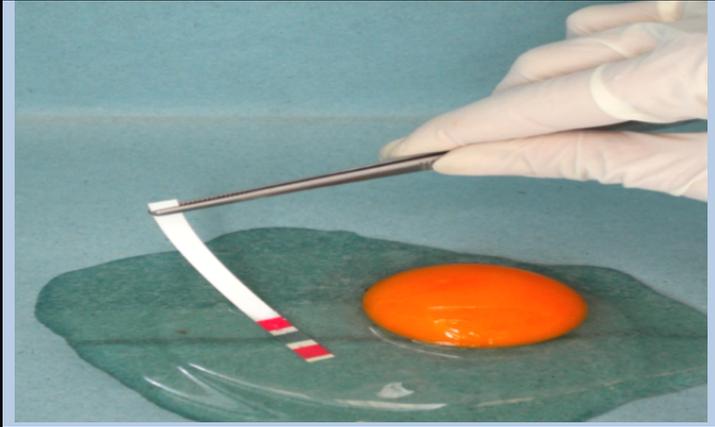


Fuente: USDA 1991

Figura 20: En esta imagen se muestra la calidad interna de los huevos que cumplen con las especificaciones de USA de calidad de huevos con cáscara individuales en relación con la calidad del albúmen y yema. No se incluyen factores de calidad de la cáscara (cámara de aire u otros posibles defectos).

- Figuras 1 al 3 representan el aspecto de huevos cascados de alta, media y baja calidad AA;
- Figuras 4 a 6 representan el aspecto de huevos de alta, media y baja calidad A y
- Figuras 7 a 9 representan huevos de alta, media y baja calidad B.

Figura 21: Fotografía me medición de pH



Fuente: Guía Evaluación de Frescura y Calidad de Huevo Consumo, Facultad de Veterinaria, UdelaR.

Figura 22: Observación de huevo agrietado por ovoscopia



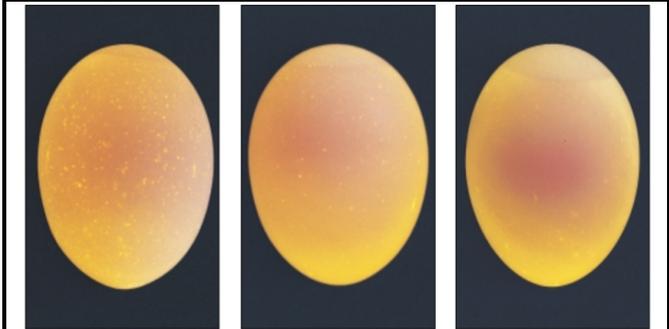
Fuente: Guía Evaluación de Frescura y Calidad de Huevo Consumo, Facultad de Veterinaria, UdelaR.

Figura 23: Visualización de cámara de aire en huevo cascado



Fuente: imagen propia

Figura 24: Visualización de cámara de aire por ovoscopia



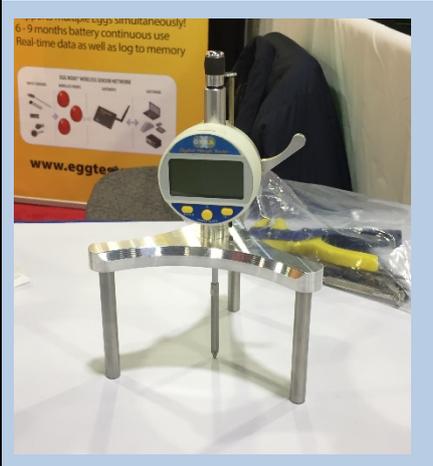
Fuente: USDA 1991

Figura 25: Medición directa de grosor de cascara con micrómetro



Fuente: <https://avicultura.info/determinacion-de-calidad-del-huevo/>, fecha de consulta 25-02-19

Figura 26: Medición de UH



Fuente: imagen propia

Figura 27: Medición de altura y diámetro de yema



Fuente: Imagen propia

Figura 28: Medición de los diámetros del huevo



Fuente: imagen propia

Figura 29: Fórmula de Índice forma

$$IF = \frac{\text{Diámetro menor}}{\text{Diámetro mayor}} \times 100$$

Fuente: imagen propia

ISBN: 978-9974-94-758-0



9 789974 947580