



PASTEURIZACIÓN DE OVOPRODUCTOS

Artículo aparecido en la revista ALIMENTACIÓN, EQUIPOS Y TECNOLOGÍA, Noviembre 1994

1.- INTRODUCCIÓN

Los huevos y ovoproductos son alimentos básicos en la alimentación actual por su elevado contenido en nutrientes y por ser una fuente importante de proteínas de buena calidad y bajo precio ya que se precisan 10 Kg de proteína vegetal para "fabricar" 1 Kg de proteína cárnica de vacuno y sólo 2 Kg para conseguir 1 Kg de proteína de huevo.

En muchas ocasiones la importancia del huevo como fuente de nutrientes ha pasado a segundo plano arrasada por informaciones, a veces sensacionalistas, sobre los peligros sanitarios que entraña su consumo por su elevado contenido en colesterol y por la posibilidad de producir toxiinfecciones por Salmonella.

Respecto al peligro del colesterol hay que remarcar que actualmente se tiende a evaluar al conjunto total de la fracción grasa (contenido en ácidos grasos saturados, mono y poliinsaturados) de los alimentos para predecir la influencia que éstos tendrán sobre los niveles plasmáticos de colesterol y su incidencia en las diferentes patologías derivadas. Así, aunque el contenido de colesterol del huevo es elevado, su excelente balance de ácidos grasos poliinsaturados de la familia Omega-3 pone en entredicho la mala fama pro- ateromatosa de los ovoproductos.

El riesgo de las toxiinfecciones siempre perdura y se incrementa en los meses de calor. Sólomente una selección y tratamiento adecuados de los huevos u ovoproductos y el cuidado e higiene por parte del manipulador pueden evitar las contaminaciones. En este artículo se exponen las directrices básicas para adaptar el tratamiento de pasteurización a un producto tan delicado como el huevo.

2.- COMPOSICIÓN DEL HUEVO

Para poder llevar a cabo una correcta pasteurización de los ovoproductos, que mantenga las propiedades funcionales de los mismos, que asegure una calidad sanitaria y una durabilidad adecuadas, es necesario conocer a fondo la composición de la clara y la yema y su comportamiento frente al tratamiento térmico. El CUADRO 1 recoge los porcentajes correspondientes a cada una de las partes y el CUADRO 2 muestra la composición nutritiva de las diferentes fracciones del huevo.

CUADRO 1 : Partes del huevo	% SOBRE EL TOTAL	% SOBRE COMESTIBLE
CÁSCARA	10-11	
YEMA	27-30	30-33
CLARA	63-65	70-73
Clara espesa	(60%)	
Clara fluida	(40%)	

CUADRO 2 : Valor nutricional	UNID.	ENTERO	CLARA	YEMA
AGUA	g.	74	88	48
PROTEÍNA	g.	13	11	17
GRASA		12		33
* Saturados		4,4		11,5
* Monoinsaturados	g.	7,1	Trazas	20
* Poliinsaturados		0,5		1,5
GLÚCIDOS	g.	0,4	0,5	0,2
CENIZAS	g.	0,9	0,6	1,3
SODIO	mg.	127-135	140-200	50-70
POTASIO	mg.	125-135	130-170	90-140

CLORUROS	mg.	150-180	150-180	100-150
CALCIO	mg.	55- 60	7- 15	140-190
MAGNESIO	mg.	11- 13	10- 12	10- 15
FÓSFORO	mg.	210-230	10- 20	550-650
HIERRO	mg.	3-3	Trazas	5- 10
AZUFRE	mg.	160-180	160-200	160-180
VITAMINA A	mg.	0,2-0,5		0,5-2
VITAMINA D	UI	35-150		110-450
VITAMINA E	mg.	1-3,5		2-5
VITAMINA K	mg.	0,02-0,06		0,05-0,15
VITAMINA B1	mcg.	95	3-5	270-290
VITAMINA B2	mcg.	300-350	300-450	400-500
VITAMINA B3	mcg.	60-80	85-95	40-70
VITAMINA B6	mcg.	150-200	25	300-350
ÁC.PANTOTÉNICO	mcg.	1200-1700	190-250	3500-4500
BIOTINA	mcg.	15-20	5-7	30-60
ÁC.FÓLICO	mcg.	15-35	1	50-100
VITAMINA B12	mcg.	0,7-1,2	2-3,5	

Visualmente las partes que forman el huevo son:

- **CASCARA** : Envoltura dura y calcárea formada por una red proteica (3%) donde se depositan minerales y que corresponde, aproximadamente, al 10% del peso del huevo. El carbonato cálcico está cristalizado en forma de aragonita, lo cual le confiere su dureza. Presenta una cutícula exterior de naturaleza cérea con una serie de poros (10.000/50.000 por huevo) que permiten el intercambio gaseoso entre el interior y el exterior. La cáscara no tiene aplicación en alimentación humana pero sí en alimentación animal como fuente de calcio. Características de la cáscara son el color (depende de la estirpe de gallina) y la dureza (depende de factores genéticos, nutricionales y de manejo).

- **MEMBRANAS** : Son dos y están adheridas a la cáscara. En el polo más romo del huevo se separan y forman una cámara de aire tanto mayor cuanto más envejecido está el huevo. Son de naturaleza proteica y actúan como filtro de defensa contra la entrada de microorganismos.

- **CLARA** : Es la zona transparente. Corresponde, aproximadamente, a un 65% del peso del huevo. En ella se distinguen las chalazas, que son condensaciones de clara que fijan la yema y la mantienen en la zona central mientras el huevo es fresco, y dos zonas de clara líquida y una de clara espesa que se disponen alrededor de la yema de la siguiente manera, en la parte interna una pequeña zona de clara fluída, otra más densa en la zona intermedia y, finalmente, otra zona de clara fluída en la parte externa. Con el paso del tiempo parte de la clara espesa se transforma en fluida y el pH se incrementa de 7,6 hasta 9,3.

Básicamente se trata de una solución de proteínas globulares que contienen fibras de ovomucina (existen más de 30 proteínas diferentes). Son ricas en aminoácidos esenciales. Las proteínas más importantes, desde el punto de vista tecnológico, son :

- **OVOALBUMINA**: Es la principal proteína de la clara ya que representa más del 50%. Es una fosfogluco proteína integrada por tres fracciones, A1, A2 y A3, en una proporción de 85:12:3, respectivamente, que se diferencian por su contenido en fósforo. Contiene D-manosa y otros restos glucídicos entre los que no se encuentra el ácido neuramínico. Con el almacenamiento aumenta el número de enlaces disulfuro (S-S) y disminuye su poder espumante pero, en cambio, aumenta su termorresistencia. Es rica en cisteína y metionina y presenta grupos sulfhidrilos.
- **CONALBUMINA U OVOTRANSFERRINA**: Proteína no fosforilada formada por dos cadenas polipeptídicas. No presenta grupos sulfhidrilo pero es rica en enlaces disulfuro. Contiene restos de manosa y glucosamina y al igual que la ovoalbúmina tampoco contiene restos de ácido neuramínico. Tiene gran poder quelante de metales, en especial el hierro, y en este caso se vuelven más termorresistentes. La capacidad secuestrante del hierro le confiere propiedades antioxidantes y antimicrobianas.
- **OVOMUCOIDE**: Glucoproteína rica en glucosamina (14%) y aminoácidos azufrados (12%). Presenta manosa, galactosa y ácido neuramínico. Es rica en enlaces disulfuro. Es un factor antitripsina y alergénico. Es soluble en ácido tricloroacético, propiedad que se utiliza para su separación.

- **OVOMUCINA:** Glucoproteína más rica que el ovomucoide en ácido neuramínico y siálico. Es un inhibidor de la hemoaglutinación vírica. Proteína muy electronegativa. Estable a la desnaturalización por calor.
- **LISOZIMA:** Agente antimicrobiano por tener actividad enzimática y destruir los mucopolisacáridos de la pared celular de los microorganismos Gram positivos.

Además del ovomucoide la clara presenta otros factores antinutricionales y alergénicos como la **OVOFLAVOPROTEINA** (secuestrante de la riboflavina), la **AVIDINA** (secuestrante de la biotina) y la **OVOMACROGLOBULINA** (alergénica). Otras características físico-químicas de la clara se recogen en el CUADRO 3.

La clara presenta las siguientes propiedades funcionales: espumante, ligante, coagulante y anticristalizante de los azúcares simples.

CUADRO 3: Características f-g	%	Pto. Isoeléctrico (pI)	TªCoagulación
OVOALBÚMINA	54-60	4,5-4,6	75-84
CONALBÚMINA	12	6,1-6,3	61-63
OVOMUCOIDE	11	4,1-4,3	70-79
LISOZIMA	3,5	10,7	75

- **YEMA** : Es la parte pigmentada más o menos amarillenta. Corresponde, aproximadamente, al 30% en peso del huevo. Está rodeada por una membrana, resistente en los huevos frescos y menos resistente a medida que envejecen. Puede presentar una mancha rojiza, que corresponde al disco germinativo, a partir de la cual se desarrollaría el pollo en caso de que el huevo hubiera sido fecundado.

Es una dispersión de diferentes tipos de partículas suspendidas en una solución proteica. La cantidad de proteína sobre sustancia seca es de 31,1% y la de grasa del 65,8% con gran cantidad de lipoproteínas de baja densidad (LDL) ricas en colesterol. La fase continua (78%) está formada por un extracto seco de proteínas globulares y LDL, mientras que la fase dispersa (20%) lo está con proteínas globulares y HDL. La composición de la yema se puede ver en el CUADRO 4.

CUADRO 4 : Lípidos de la yema			
GLICÉRIDOS	62,3 %		
FOSFOLÍPIDOS	32,8 %	Lecitina	79 %
		Cefalina	17 %
		Esfingomielina	2,5 %
		Otros	
ESTEROLES	4,9 %		
CEREBRÓSIDOS			
CAROTENOS/XANTOFILAS			

Las diferentes proteínas y lipoproteínas de la yema son:

- **FOSFOVITINA (4%):** Fosfoproteína muy fosforilada y rica en serina (30%). Sin cisteína. Fija fácilmente el hierro.
- **LIPOVITELINA (68%):** HDL rica en cisteína. Presenta un 20% de lípidos (dos tercios de fosfolípidos y uno de colesterol, lípidos neutros y triglicéridos)
- **LIPOVITELININA (16%):** LDL pobre en cisteína. Presenta un 88% de lípidos (un tercio de fosfolípidos y dos de lípidos neutros y colesterol). Existen restos glucídicos, hexosas y ácido neuramínico.
- **LIVITELINAS (10%):** Proteínas globulares alfa, beta, gamma.
- **OVOVITELINA:** Rica en aminoácidos fosforilados y azufrados. Coagula por acción de la quimosina.

La principal propiedad funcional de la yema es su gran poder emulsionante debido a la presencia de lecitina y fosfolípidos.

3.- PROCESO TECNOLÓGICO

Aunque el huevo es, en principio, estéril en su interior, se puede contaminar fácilmente a través de la cáscara manchada

por heces de gallina, por la manipulación o por el equipo y envase.

La industria utiliza huevo entero o sus partes, ya sea en forma líquida tras pasteurizar o en polvo tras pasteurización y secado en rodillo o atomización.

- **1.- PRETRATAMIENTOS:**

Para conseguir un huevo pasteurizado de calidad es necesario que el producto a pasteurizar llegue en las condiciones óptimas. Para ello hay que tener en cuenta una serie de operaciones anteriores al tratamiento térmico que influirán directamente en la calidad del producto final.

- **Almacenamiento de los huevos**

Si el tiempo de almacenamiento se va a prolongar es necesario tomar algunas medidas para asegurar la calidad de los huevos. Las manipulaciones aconsejables son:

- Almacenar el producto refrigerado, ligeramente por encima del punto de congelación (aproximadamente -1°C).
- La humedad relativa de la cámara deberá estar sobre el 80% para impedir la pérdida de humedad del huevo a través de los poros.
- Incrementar la concentración de CO₂ en la cámara disminuye la pérdida de CO₂ del huevo, evitando así que aumente el pH del mismo.
- Rocíar los huevos con un spray de aceite mineral taponar los poros de la cáscara e impide la pérdida de humedad y de CO₂.
- La termoestabilización es un proceso que consiste en sumergir el huevo en agua o aceite caliente durante un breve espacio de tiempo, pero suficiente para eliminar la contaminación externa de la cáscara y coagular una primera capa de albúmina que actuará como barrera frente a la entrada de microorganismos y al intercambio de gases. Este procedimiento sólo se debería aplicar en casos de almacenamiento muy prolongado.

La elección de una o varias de las anteriores manipulaciones depende de las características y condiciones de cada proceso y cada caso.

- **Lavado**

El lavado de los huevos se debe hacer inmediatamente antes de su utilización en la línea de producción, aunque algunas veces se realiza antes de su almacenamiento.

El tratamiento aconsejado para obtener un buen lavado es:

- Lavado en baño a 60°C y cepillado.
- Aclarado por sprays a 80°C o con sprays de agua clorada a 45°C.
- Secado con aire caliente.

El proceso de lavado entraña algunos peligros:

- Al lavar el huevo se elimina la cutícula cérea protectora presente en la cáscara por lo que, si el lavado es deficiente, la práctica resulta negativa para el producto pues se contamina más fácilmente.
- Los tratamientos con agua caliente expansionan el CO₂ del interior del huevo que tiende a salir por los poros. Al enfriarse se crea un vacío que favorece la entrada de gases del exterior que, en determinados casos, pueden arrastrar bacterias consigo.

- **Rotura del huevo y separación de sus componentes**

Tras el lavado el huevo llega a la máquina rompedora que rompe la cáscara y vacía el contenido del huevo. En caso que se desee elaborar huevo entero todo el contenido pasa al depósito, pero si se desea separar la yema de la clara, se vacía el huevo en una copa separadora que retiene la yema y deja pasar la clara. De esta forma cada producto se almacena en un depósito diferente.

Normalmente nunca se consigue una separación del 100% entre clara y yema, apareciendo un 5-8% de producto mezclado. Este porcentaje puede aumentar por diferentes causas:

- mal diseño de la maquinaria.
- huevos de mala calidad con las membranas débiles.
- huevos envejecidos en los que la resistencia de la membrana de la yema ha disminuido.

- temperatura del huevo superior a 16°C: disminuye la consistencia de las membranas.
- temperatura del huevo inferior a 13°C: incrementa la viscosidad de la clara y dificulta su separación.

La eficiencia de la máquina separadora se mide por el porcentaje de sólidos en yema. La yema presenta un 51% de sólidos y la clara un 13% aproximadamente. Se consideran valores aceptables yemas con un 46-48% de sólidos. Antes de almacenar las claras en el depósito es interesante filtrarlas para eliminar las chalazas.

○ Fermentación

Un pretratamiento interesante para conseguir huevo pasteurizado de buena calidad es la eliminación de los restos de glucosa existentes. La presencia de glucosa en el huevo puede ocasionar pardeamientos no enzimáticos (Reacciones de Maillard) en la elaboración del huevo pasteurizado en polvo y la disminución de las propiedades espumantes de la albúmina.

Para eliminar la glucosa se recurre a la fermentación por una de las tres vías siguientes o por ultrafiltración:

- Levaduras : Metabolizan la glucosa produciendo alcohol y CO₂ que posteriormente se pierden en el proceso de secado (para huevo en polvo). Tiene como inconveniente la aparición de aromas y olores indeseables.
- Bacterias : Se utilizan bacterias no proteolíticas en soluciones a pH 7 y temperaturas de 30°C durante 36-48h. Se debe monitorizar la concentración de glucosa para detener la fermentación en el momento en que ésta se agote.
- Enzimas : Se utiliza la glucosa-oxidasa a pH 6'5- 7'3 y a una temperatura de 2-15°C. En la solución se adiciona agua oxigenada y catalasa, que se encarga de liberar el O₂ necesario para que la glucosa oxidasa transforme la glucosa en ácido glucónico.

Por ultrafiltración: Se elimina el agua y con ella gran cantidad de componentes hidrosolubles. Se consigue eliminar hasta el 50% de la glucosa.

● 2.- PASTEURIZACION:

La principal dificultad existente a la hora de pasteurizar el huevo es que se trata de una solución muy rica en proteínas termosensibles que se desnaturalizan si el tratamiento es intenso. El huevo entero y la yema son algo más resistentes y admiten tratamientos entre 65-68°C, mientras que la clara, sólo admite tratamientos a temperaturas inferiores a 60°C.

La finalidad de la pasteurización es asegurar la destrucción de todos los microorganismos patógenos y de la mayor parte de la flora banal que tiende a alterar el producto. Lo que se persigue es alcanzar un tratamiento que reduzca en un 99.9999999% (9D) la población de Salmonella. Para asegurar que el proceso ha sido suficiente y garantizar la no existencia de Salmonella se realiza el test de la alfa-amilasa.

Para asegurar que las proteínas no se han desnaturalizado en exceso durante el tratamiento térmico, y que el producto va a mantener sus características funcionales, algunos autores recomiendan que se determine el porcentaje de pérdida de la proteína soluble (%PPS) dando como recomendable un máximo del 5%. Una PPS del 15% conlleva a la coagulación del producto.

○ Pasteurización de huevo entero y yema

Para garantizar la destrucción de la Salmonella se suele tomar como válido el tratamiento del producto a 64,5°C durante 2 minutos y medio (márgenes entre 63-65°C x 2-4 mn, en especial si se sospecha de la existencia de flujo laminar en el mantenimiento [50% de eficiencia del tratamiento térmico] se debe recurrir a los tratamientos de 4 minutos). Pero esto no es suficiente en el caso que la población inicial de Salmonella fuera muy alta o que se hubiera añadido sal o sacarosa a la solución, ya que actúan como protectores de los microorganismos.

La dificultad de los tratamientos de pasteurización para los ovoproductos estriba en que el intervalo tiempo/temperatura en que se puede actuar es muy estrecho. Si se disminuye la intensidad del tratamiento existe el riesgo de que sobrevivan Salmonellas, si se aumenta la intensidad el producto tiende a coagular. Como norma general, en el pasteurizador, el diferencial entre el agua de calentamiento y el producto debe ser menor de 0'5°C para evitar coagulaciones.

Todo tratamiento de pasteurización desnaturaliza, en mayor o menor cantidad, parte de las proteínas. Esto conlleva un aumento de la viscosidad de la solución que incrementa mucho al enfriarse. Este fenómeno se debe tener en cuenta en el enfriador de placas para no producir su obstrucción. Se debería poder controlar la presión en proceso y detectar anomalías mediante la activación de alarmas.

La homogenización del producto previa a la pasteurización es interesante ya que se eliminan los cambios de viscosidad, en especial los debidos a las chalazas. Otro aspecto positivo es que el propio homogenizador sirve de bomba para impulsar el producto. Este proceso es interesante en el caso que se vaya a fabricar huevo o yema en polvo, pero para producto líquido que se quiera utilizar para pastelería-bollería, se conserva mejor sus propiedades emulsionantes y espumantes si se homogeniza una vez pasteurizado y enfriado.

○ Pasteurización de la clara

La clara presenta el inconveniente de tener un alto contenido en proteínas y ser éstas muy sensibles a la coagulación por calor. Por otro lado tiene la ventaja de que la Salmonella se encuentra menos protegida al no existir otras sustancias presentes en la yema, en especial lípidos.

Se suelen realizar unos tratamientos previos a su pasteurización, encaminados a disminuir la resistencia bacteriana y poder así utilizar temperaturas más suaves, o bien a incrementar la estabilidad de las proteínas frente a la temperatura:

a) Tratamiento para la elaboración de albúmina en polvo, que asegure su capacidad aireante: Tras el proceso de fermentación encaminado a eliminar la glucosa, se añade amonio hasta alcanzar un pH de 10,3 manteniendo siempre el producto a 15°C durante 24h. Posteriormente se pasteuriza a 51-52°C durante 3'. El amonio incorporado se evapora en el proceso de secado.

b) Tratamientos para la elaboración de albúmina líquida, encaminados a estabilizar las proteínas:

- Añadir Sulfato de Aluminio y ajustar el pH entre 7 y 8,7.
- Añadir Azúcar y/o Sal.
- Añadir Citrato sódico hasta pH 6,7.
- Ajustar el pH entre 7-9.

Se pasteuriza a 60-62°C durante 3-4 minutos. En el caso del citrato se puede pasteurizar a 57°C durante 30 minutos.

Otra opción es añadir 0,075-0,1% de agua oxigenada, pasteurizar a 52-53°C durante 2 minutos y eliminar el agua oxigenada por medio de catalasa.

c) Tratamientos para mejorar el poder espumante de la clara líquida:

Fermentación de la clara con bacterias banales para aumentar el pH. Es conveniente que exista una ligera proteólisis y una total lipólisis por si hay restos de yema. Finalmente ajustar el pH a 8.

● 3.- PASTEURIZACION HTST :

La pasteurización a alta temperatura trata de mejorar la pasteurización tradicional del huevo (63-65°C x 2-4 min.) sin perjudicar su sabor y manteniendo sus propiedades funcionales, así como alargar considerablemente la vida comercial del producto. El tratamiento se realiza a 70°C x 90 segundos. Para conseguir esto el proceso consta de un precalentamiento a 55-60°C y a continuación un tratamiento a 70°C manteniendo el diferencial de temperatura entre el producto y el medio calefactor lo más bajo posible. El producto se debe envasar asépticamente.

Las fases del proceso son:

- Preesterilización del equipo con agua a 140°C.
- Precalentamiento del producto (55-60°C).
- Homogenización (opcional)
- Pasteurización HTST (70°C x 90 seg.)
- Enfriamiento 2-4°C
- Envasado aséptico.

- Almacenamiento refrigerado (<5°C.)
- Limpieza CIP del equipo.

BIBLIOGRAFIA

- ALKSKOG,L. (1993) "High temperature pasteurisation of liquid whole egg." Food Technology International Europe, 1993
- BARROETA,A.C.; CODONY,R. (1993) "Papel del huevo en la relación colesterol/ácidos grasos en nutrición humana." II Jornada Técnica de Avicultura, Expoaviga-93
- Codex Alimentarius (1976) "The alpha amylase test." Codex Alimentarius, vol F, CAC/RCP 15-1976
- CONRAD K.M.;MAST,M.G.;BALL,H.;FRONING,G.;MAC NEIL,J. (1993) "Concentration of liquid egg white by vacuum evaporation and reverse osmosis." J.Food Sci., 58 (5)
- GROOT,S. (1994) "Egg products. A safe and convenient solution." Food Tech Europe, 2 (1)
- HAMID-SAMIMI,M.H.; SWARTZEL,K.R. (1985) "Pasteurization design criteria for production of extended shelf-life refrigerated liquid whole egg." J.Food Proc. Preserv., 8
- HAMID-SAMIMI,M.H.; SWARTZEL,K.R. (1985) "Maximum change in physical and quality parameters of fluid foods during continuous flow heating. Application to liquid whole egg." J.Food Proc. Preserv., 8
- HAMID-SAMIMI,M.H.; SWARTZEL,K.R.; BALL,H. (1985) "Proceedings IUFoST Symposium on Aseptic Processing and Packaging of Foods 9-12 Septiembre; Tylösand (Suecia)"
- HAMID-SAMIMI,M.H.; SWARTZEL,K.R.; BALL,H. (1985) "Asseptic packaging of ultrapasteurizad egg. Design and economic considerations." Paper n.10057 of the Journal series of North Caroline Agricultural Research Service, Raleigh, North Caroline.
- LOPEZ,F. (1991) "Procesos de productos del huevo y concentración por membranas." Carnica 2000, 95