



La yema de huevo como alimento saludable y propiedades nutraceuticas: Una revisión

Egg yolk as a health food and nutraceutical properties: A review

César Radice

<https://orcid.org/0000-0003-2175-6045>

cesarradice@hotmail.com

Centro de Investigaciones Médicas- Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Nacional del Este (UNE)
Minga Guazú, Paraguay

Resumen

La importancia del tema está relacionada con las creencias que la sociedad tiene sobre el contenido de lípidos de la yema de huevo, incluso en el ámbito médico, lo cual hizo que durante mucho tiempo se haya recomendado en forma limitada su consumo. Esto, pasó a una etapa controvertida. Sin embargo, las nuevas tendencias nutricionales y la necesidad de atender las exigencias sociales y de salud en alza, han impulsado el cada vez más demandado concepto de los alimentos funcionales y nutraceuticos de cuyo grupo forma parte hoy la yema de huevo. La misma tiene en su composición proteínas y lípidos con características funcionales y actividades biológicas nutraceuticas relacionadas con su actividad antiinflamatoria, antioxidante, cardioprotectores, mejora de la memoria, a través de la regulación de la función celular. Además de las actividades biológicas y los beneficios subyacentes de los lípidos de la yema de huevo, se refiere a algunos datos cuantitativos necesarios para obtener los efectos biológicos revisados. Por último, los desafíos actuales están enfocados al enriquecimiento de la yema de huevo con los omegas y su relación en cantidades adecuadas para el efecto nutraceutico. En conclusión, esta revisión se ha proyectado o apuntado, las actividades biológicas y los beneficios más probables de la yema de huevo de gallina sustentado en los nuevos conocimientos tanto in vitro como in vivo, con relación a sus diferentes componentes.

Palabras claves: ingesta de huevos, lípidos en sangre, colesterol dietético, lineamientos dietéticos, lipoproteínas, mortalidad.

Abstracts

The importance of the subject is related to the beliefs that society has about the lipid content of egg yolk, even in the medical field, which has led to a long time to a limited recommendation for its consumption. This, then, passed into a controversial stage. However, new nutritional trends and the need to meet rising social and health demands have given impetus to the increasingly demanded concept of functional and nutraceutical foods, of which egg yolk is now a part. Egg yolk has in its composition proteins and lipids with functional characteristics and nutraceutical biological activities related to its anti-inflammatory, antioxidant, cardioprotective, memory improvement, through the regulation of cellular function. In addition to the biological activities and underlying benefits of egg yolk lipids, refers to some quantitative data necessary to obtain the biological effects reviewed. Finally, the current challenges are focused on the enrichment of egg yolk with omegas and their ratio in adequate amounts for nutraceutical effect. In conclusion, this review has projected, or pointed out, the biological activities and the most probable benefits of chicken egg yolk based on the new knowledge both in vitro and in vivo, in relation to its different components.

Key words: egg intake, blood lipids, dietary cholesterol, dietary guidelines, lipoproteins, mortality.

INTRODUCCIÓN

Las gallinas son aves criadas en todos los países, utilizándose como fuente de alimento la carne y los huevos, éstos son muy bien aceptados en el mundo y no están prohibidos por creencias religiosas ni motivos socioculturales (1).

Los huevos de gallina fueron utilizados desde la antigüedad como alimento (2) por ser una rica fuente de nutrientes esenciales. Contienen proteínas, vitaminas, minerales, antioxidantes de alta calidad pero también contienen cantidad importante de colesterol (3,4). Sin embargo, su consumo como lo recomienda la OMS, 7 huevos por semana en forma regular,



todavía sigue siendo dudoso para las personas por ser fuente importante de colesterol, aproximadamente 185 a 200 mg por huevo, esta cantidad de colesterol fue identificada como un factor de riesgo no significativo si no para las enfermedades cardiovasculares, tanto que las guías alimentarias estadounidenses 2015-2020 eliminaron el límite de 300 mg/día (5).

La rehabilitación del huevo vino luego de 50 años (1968-2018), en todo este tiempo en el mundo la recomendación dietética dada por la *American Heart Association* (AHA) fue, no consumir más de tres yemas de huevo por semana sustentado en la equivalencia dietética, colesterol alto en la dieta igual a colesterol alto en suero, el cuál constituía alto riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) (5), fue una explicación fácil y simple para los profesionales de la salud.

La industria del huevo inició un nuevo enfoque a partir de 1995 y entendió que para enfrentar el problema del colesterol en la dieta y por tanto del huevo, necesitaba dar una explicación a los responsables políticos una razón para cambiar lo que se creía sobre el consumo del huevo, pero entendieron que esto podría producir ante tal desafío una reacción violenta. Al mismo tiempo el *Egg Nutrition Center* (ENC) inició varios proyectos de investigación sobre el asunto para documentar porqué el huevo tenía que incluirse en la dieta, esto a partir de resultados de análisis multivariado de los lípidos de las dietas y la incidencia de ECV en estudios donde el colesterol de la dieta no actuaba con un factor de riesgo (FR) independiente, lo cual sorprendió a los industriales como a las agencias de salud (6,7).

El estudio de Geiker, N R W et. al (2017) refiere que las Guías Alimentarias para estadounidenses del año 2015-2020 (8) manifiesta en forma clara, opuesta a lo que expresaba en la Guía Alimentaria anterior (año 2010) que el “colesterol no es un nutriente de preocupación por el consumo excesivo”, a pesar de esto contradictoriamente declara que “las personas deben comer la menor cantidad de colesterol posible”. Sin embargo, las Recomendaciones de Nutrición Nórdicas en 2004 y 2012 (9), la ingesta de colesterol en la dieta no tiene un límite superior, tampoco restringen el consumo del huevo. En Europa el consumo promedio es de 3,5 huevos por persona por semana, siendo Dinamarca desde 1960 el país con mayor consumo 4,6 huevos por persona por semana (4).

La fundación Nacional del Corazón de Australia (2015) afirmó, que el nivel de colesterol en sangre depende más de las grasas saturadas y trans que del colesterol que contienen los alimentos, por lo que se puede consumir hasta 6 huevos por semana como parte de una dieta saludable (10).

Los estudios realizados en la Facultad de Medicina de Feinberg pusieron en duda que las personas eliminen el huevo o el colesterol de sus dietas, pues el estudio observacional no estableció causa-efecto de estos con las ECV, ya que las que consumen mayor cantidad de huevos también consumen más alimentos procesados por las industrias y tienen conductas sedentarias que influyen en el riesgo cardiovascular, lo mismo que el estudio de Geiker, N R W et al (2015), alude que el consumo de huevo por sí solo no constituye un FR para el desarrollo de ECV, esto es más complejo, pues intervienen el patrón genético, dietético, y la actividad física (4,10).

A la luz de la información de los estudios más recientes y guías dietéticas, esta revisión destaca a la yema de huevo como alimento saludable y con propiedades nutraceuticas, lo que lleva a enriquecer la información para su aplicación como una excelente fuente de alimento.

Estructura y actividad biológica de la yema de huevo

La yema de huevo representa cerca del 36% del peso total del huevo fresco, en los que los lípidos constituyen 65% de la materia seca, incluidos los triglicéridos 62%, fosfolípidos



33% y colesterol menos del 5% (11). Esta composición de la yema seca de huevo de gallina fue actualizada por Xiao N et al. 2020, como puede observarse en la **tabla 1**.

Tabla 1.

Composición de la yema seca de huevo de gallina.

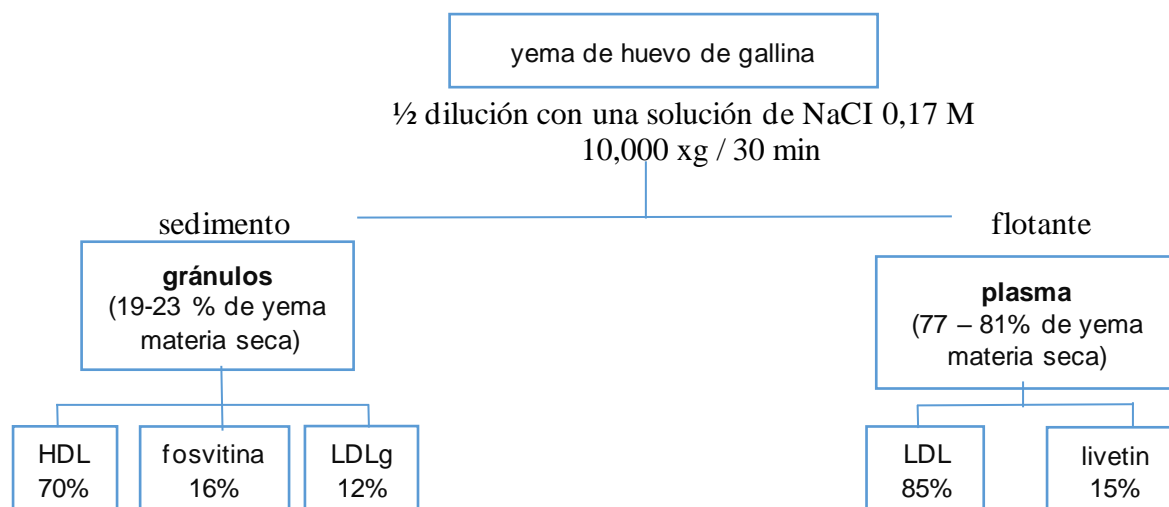
Constitución	Componentes mayores	Porcentaje relativo (% p/p)
lípidos		62,5
	Triglicéridos	38,7
	Fosfolípidos	20,6
	colesterol	<3,1
Carotenoides		<0,6
Proteínas		33,0
	Proteínas en LDL	7,6
	Proteínas en HDL	11,6
	livetín	9,9
	fosfoproteína	3,6
	Otras proteínas	0,3
Carbohidratos		1,2

Modificada por Xiao N, Zhao Y, Yao Y, Wu N, Xu M, Du H, et al.2020 (12).

La yema de huevo tiene una compleja estructura, aporta calificadas propiedades organolépticas y es un emulsionante eficaz (el papel del emulsionante es crear micelas estables que se forman en la interfaz agua-aceite. Las partículas emulsionantes se acumulan en la interfaz de estas fases, creando estructuras esféricas. Por fuera de la esfera hay cabezas hidrofílicas con alta afinidad con la fase acuosa). Ella consta de dos fracciones: plasma y gránulos **Fig.1** (13), los que se pueden separar mediante el proceso de centrifugación suave para evitar la desnaturalización de las proteínas. El plasma tiene una mejor acción emulsionante y más sensible a los tratamientos térmicos comparados con los gránulos. Estas dos fracciones tienen diferentes composiciones, estructuras y funcionalidades. El plasma contiene gran cantidad de lípidos en forma de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y proteínas solubles, sin embargo, los gránulos están compuestos por proteínas no solubles agregados en conjunto micrométricos (14).

Los gránulos constituyen aproximadamente el 22% de la materia seca de la yema, y concentra alrededor del 50% de las proteínas de la yema y 7% de los lípidos, éstos son principalmente lipoproteínas de alta densidad (HDL) 70% y fosvitina 16%. El plasma equivale cerca del 78% de materia seca de la yema, constituido por el 85% de LDL y 15% de livetinas (14).

La vitelogenina (VTG) es una de las proteínas que se encuentra en la yema de huevo de gallina con propiedad bioactiva importante, es una lipoproteína específica de las gallinas ponedoras y se divide por proteólisis del vitelo en lipovitelinas de cadenas pesadas y livianas y fosvitina. La vitelogenina II mediante un proceso proteolítico produce la YPG40, esta es una glicoproteína con peso molecular de 40 KDa (15). La yema está constituida por un conjunto de proteínas heterogéneas cuyo tamaño varía de 1 a 35 KDa, siendo las más abundante las de peso molecular de 16 a 23 KDa, es una fuente de péptidos con actividades biológicas comparables al complejo polipeptídico rico en prolina (PRP) de mamíferos, las mismas son actividades inmunoregulatoras comprobadas, antioxidante, interviene en el control del sistema nervioso central, influencia en el comportamiento y las funciones cognitivas, etc (16).

Figura 1.*Fraccionamiento de la yema en gránulos y plasma.*

Modificada por Anton M. 2007 (13).

Componente inmunológico y su actividad biológica

La respuesta del sistema inmunológico en condiciones fisiológicas beneficia al mantenimiento de la homeostasis y aumento de las respuestas innatas (no específicas) y adaptativas (específicas) contra los agentes agresores potenciales. Este proceso está dado por la interacción de moléculas proinflamatorias y antiinflamatorias, cuando se altera de forma crónica la expresión de citocinas puede generar tumores y procesos de autoinmunidad, sobre todo con la edad existe aumento de las citocinas proinflamatorias, las más frecuentes son, IL-1b, IL-6, IL-8, IL-2, IFN- γ , y TNF- α (17) y las antiinflamatorias, por ejemplo, IL-10 (18).

Debido a los cambios en los estilos de vida y hábitos alimentarios existe un impulso hacia los enfoques nutricionales y suplementos dietéticos para reducir los problemas de salud, en esa línea existe una amplia evidencia que los huevos contienen compuestos biológicamente activos en la terapia y prevención de enfermedades crónicas (19).

Entre los componentes inmunológicos más importante de la yema de huevo se encuentra una proteína llamada livetin también conocida como inmunoglobulina de la yema (IgY) (17), tiene estabilidad estructural a un pH 3,5 -11 y mayor resistencia a la proteólisis (20), por lo que son útiles para la terapia de inmunización pasiva por vía oral, es específica para cada antígeno y se puede producir en gran escala de huevos puestos por gallinas inmunizadas por antígenos seleccionados, por lo que es ampliamente utilizado en la prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas producidas por patógenos en modelos animales, fundamentalmente del tracto intestinal (16).

El contenido de la yema de huevo es importante para el desarrollo inmunológico de las aves, comparable con el calostro para los mamíferos recién nacidos, su contenido está constituido por proteínas con actividad antimicrobianas e inmunomoduladoras, entre ellas la referida anteriormente, la IgY. Se sabe actualmente que actúa antes que modulador, como inductor de células sanguíneas humanas que liberan citocinas y activan los macrófagos para aumentar la producción de óxido nítrico (ON) (21).



Actividad anti-obesidad de la IgY

La obesidad, principalmente la central predispone a patologías cardiometabólicas, uno de los enfoques para prevención y tratamiento de la obesidad de forma innovadora es la utilización de anticuerpo oral, la inmunoglobulina anti-lipasa de la yema de huevo (IgY), esta inmunoglobulina específica puede lograrse mediante la inmunización del huevo de gallina con antígeno específico (lipasa pancreática), sin la necesidad de una muestra de sangre o el sacrificio de animales, se caracteriza por ser estable a la presión, calor, pH, tripsina, quimiotripsina, pepsina, fue probado en el tracto gastrointestinal, aprovechando estas propiedades inmunológicas se puede producir IgY específica anti lipasa a través de la inmunización de gallinas con lipasa pancreática porcina (22).

Los ensayos se realizaron en ratones C57BL/6 J machos de 6 semanas de edad conseguidos del SANKYO LABO SERVICE CORPORATION, Inc. (Japan SLC, Inc.), uno de los mayores fabricantes de dietas para animales (Hamamatsu, Japón), para ver si la IgY específica antilipasa pancreática inhibiría la acción de la lipasa pancreática, por lo que tendría efecto preventivo para la obesidad. Se determinaron lípidos en plasma e hígado, triglicéridos fecales, también TNF α en plasma. Pudieron corroborar en este estudio experimental que hubo una disminución del peso del tejido adiposo (epididimario, mesentérico, retroperitoneal y peritoneal). Encontraron además una disminución de los niveles de triglicéridos plasmáticos en el grupo de intervención comparado con el del control, lo mismo que los triglicéridos y colesterol hepático, estos hallazgos fueron tardíos (35 días). La excreción fecal de triglicéridos también fue mayor en el grupo de intervención, resultando este parámetro el único eficaz a corto plazo (7 a 9 días). Los triglicéridos plasmáticos disminuyeron a corto plazo luego de agregar una única dosis de administración por sonda de aceite de oliva (22).

En el estudio experimental de Chen et al., 2019, hecho en ratas macho Sprague Dawley donde se comparó el consumo de yema de huevo y clara de huevo, encontraron una disminución del peso corporal en los ratones que fueron alimentados con 40 g de yema de huevo Kg vs. 132 g de clara de huevo Kg. Este estudio muestra que el consumo de la yema de huevo por sí solo disminuye el peso, vieron que el lípido de la yema de huevo estimula la secreción de colecistoquinina, la cual disminuye el apetito, lo mismo que uno de sus componentes la colina, que además previene el hígado graso (23).

Lipoproteínas transportadoras y su función

Los lípidos de la yema de huevo están constituidos principalmente por lipoproteínas de alta densidad (HDL) 70% y fosvitina 16%, el estudio realizado por Chen et al., 2019, también demostró que el consumo de la yema de huevo aumenta la HDL y disminuye los triglicéridos en suero, comparado con la clara de huevo, esta a su vez aumenta la glucemia y los ácidos grasos libres (GL). El aumento del colesterol HDL (C-HDL) podría explicar el aumento del transporte inverso de colesterol (23). También los fosfolípidos de la yema de huevo están involucrados en la modulación del transporte inverso de colesterol (TIC) al actuar sobre el tamaño y función del HDL, de igual forma influye en la expresión de los receptores de fijación del HDL hepático (24).

La lipoproteína de alta densidad de la yema de huevo (HDLYH) tiene efecto beneficioso sobre los niveles de lípidos y ácidos grasos (AG) séricos, hepáticos y fecales, demostrado en ratones macho KM. Este estudio demostró que las HDLYH disminuye el aumento de peso corporal, la acumulación de grasa abdominal, concentraciones séricas de colesterol de baja densidad LDL (C-LDL), triglicéridos séricos y hepáticos. Sin embargo, aumentó la concentración sérica de colesterol HDL (C-HDL) (25).



Fosfolípidos y su actividad biológica

Los fosfolípidos son lípidos anfipáticos, se encuentran formando parte de las membranas celulares de plantas y animales, en forma de bicapas, su estructura consiste ácidos grasos esterificados (AGE) en una cadena principal de glicerol, un grupo fosfato y un residuo hidrofílico, por lo que básicamente son glicerofosfolípidos (GPL). El valor de esto es la eficacia en incorporar ácidos grasos en la membrana celular, por ser mejor absorbidos y utilizados que los triglicéridos (26). Los fosfolípidos (FL) más importantes son: la fosfatidiletanolamina (FE), la fosfatidilcolina (FC), la esfingomiélin (EM), la fosfatidilserina (FS) y fosfatidilinositol (FI), diversas actividades biológicas están asociadas con las estructuras de los FL, como la actividad antioxidante, la mejora de la memoria, la regulación de la inmunidad (27).

Los GPL se encuentra en vegetales y fuentes de origen animal, entre los vegetales la soja es una importante fuente, y la yema de huevo entre las de origen animal con una absorción intestinal mayor al 90%. Por acción de la fosfolipasa A pancreática se hidrolizan y son absorbidos por los enterocitos como ácidos grasos libres y lisofosfolípidos (28). Otra función de los PL, es suprimir el crecimiento de células tumorales, esta puede proporcionar nuevas oportunidades terapéuticas antitumorales (29). El efecto antitumoral se potencia cuando están enriquecidos con N-acil éter-fosfatidil etanolamina (NAEPE), el estudio experimental se desarrolló en carcinomas hepáticos, angiosarcomas pulmonares y nefroblastomas en pollos, también disminuyeron el crecimiento de sarcomas subcutáneos trasplantados, este efecto fue significativo con la combinación citada (30).

La fosfatidiletanolamina de la yema de huevo tiene una pureza del 98%, presenta una importante actividad de eliminación de radicales libres determinado por resonancia paramagnética electrónica (RPE), estos hallazgos exhiben una importante acción antioxidante muy beneficiosa para la salud humana (31). Es el segundo GPL más multifuncional con una capacidad de captación de radicales libres del 69,8% por cada 6 mg/ml de purificado de yema de huevo (31,32).

La fosfatidilcolina es el fosfolípido que se encuentra en mayor cantidad en la yema de huevo (33) y tiene un efecto potenciador en la acción antihipertensiva de la ovokinina, que es un vasorelajante derivado de la ovoalbúmina. La ovokinina está ligada al receptor B1 de la bradiquinina, que estimula la liberación de prostaciclina produciendo la relajación de las arterias, cuyo efecto es la disminución de la presión arterial sistólica (34). La revisión sistemática de Emamat, Hadi et. al (2020), informó que el consumo de huevos enteros no afecta en forma negativa la función vascular (35,36), la misma revisión sistemática también menciona al estudio clínico de doble ciego controlado, realizado por Van der Made et al., 2017, el cual concluye que la yema de huevo enriquecida con luteína ingerido a través de leche no influye sobre el metabolismo posprandial de los lípidos, glucosa y la función endotelial (35).

Existen comunicaciones que la PC tiene efecto citoprotector, es el PL que se encuentra en mayor cantidad en la yema de huevo de gallina, debido a su propiedad lipofílica atraviesa fácilmente la barrera hematoencefálica, por tanto constituye fuente importante de colina, sustrato para la producción de acetilcolina (AC), neurotransmisor que mejora la memoria a través de la disminución del estrés oxidativo, este es uno de los factores más importantes que produce daño en la cognición, la PC es considerada la mejor transportadora de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) lo que confirma su efecto neuroprotector al disminuir el estrés oxidativo (37).

Componentes lípidos insaponificables con actividad biológica, carotenoides

Los carotenoides dietéticos tienen efectos antioxidantes y antiinflamatorios, por tanto, tienen trascendencias protectoras contra enfermedades degenerativa, cardiovasculares,



degeneración macular y algunos tipos de cáncer. Las frutas y verduras tienen gran cantidad de carotenoides, pero su consumo en general no alcanza la cantidad mínima recomendada por día, la absorción de estos depende de varios factores, por ejemplo, la matriz de los alimentos (componente grasa) muy importante, pues la tendencia en los últimos 10 años es el bajo consumo de grasas. Sin embargo, este es un factor que aumenta la biodisponibilidad de los carotenoides. La yema de huevo es un componente dietético rico en carotenoides específicos, luteína y zeaxantina, también lo es en lípidos, lo que puede beneficiar en la mayor biodisponibilidad de los carotenoides que se encuentran en frutas y verduras (38).

Ácidos grasos y su actividad biológica

Los ácidos grasos estructuralmente tienen un grupo carboxilo en un extremo y grupo metilo en el otro. Son componentes de las membranas celulares, tienen alto valor energético, intervienen en la absorción de las vitaminas liposolubles y en otros procesos biológicos (39)

El conocimiento sobre las actividades biológicas de los AG derivados del huevo son restringidos debido al bajo contenido de $\omega 3$, por lo que existen pocos estudios sobre el tema. La composición en AG de la yema de huevo está distribuida en orden decreciente por el ácido oleico (AO), 43%, ácido palmítico (AP) 30%, ácido linoleico (AL) 14% y ácido linolénico (AAL) 0,29%. Esto se puede mejorar mediante la suplementación dietética de las gallinas ponedoras, además depende de ciertos factores como la edad, especies y contenido de grasa corporal de las gallinas, esto es un claro indicio que tiene que ver con la variedad genética, con las dietas suplementarias con mayor cantidad de PUFA n-3 ($\omega 3$) y una disminución de PUFA n-6 ($\omega 6$), el $\omega 3$ tiene un efecto antiinflamatorio antagonizando el proceso inflamatorio del $\omega 6$ (40).

El Huevo es un alimento muy nutritivo cuando se lo enriquece en ácidos grasos con alto contenido en ácido oleico (AO), ácido alfa linolénico (AAL) y el estearidónico (AED), este conocimiento se mantuvo hasta el estudio realizado por Elkin Robert G. et. al., 2021, el cual corroboró que la suplementación simultánea de las dietas de gallinas ponedoras con aceites ricos en PUFA n-3 (AAL) y AO, lo mismo que la combinación del AAL y AED disminuyen la acumulación del AAL en la yema de huevo, comparado con las gallinas que fueron alimentadas solo con fuente de aceite rico en AAL (41).

Los AG de cadena larga en las células no adiposas producen sustancias tóxicas como las ceramidas y ésteres de colesterol, desarrollan un proceso de inflamación aguda como respuesta a infecciones o lesiones crónicas a menudo llamada microinflamación o inflamación metabólica debida a malos hábitos alimenticios y vida sedentaria, es debido al aumento en la circulación de citocinas proinflamatorias. Los AGS producen aumento de triglicéridos que lleva a un aumento de leptina circulante que a su vez conduce a una mayor secreción de macrófagos (IL-1 β , IL-6 y TNF- α). Sin embargo, los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) especialmente los omega-3 actúan produciendo efectos metabólicos beneficiosos al disminuir la inflamación. Existen menos documentos sobre el efecto antiinflamatorio de los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), aunque las evidencias con relación al efecto antiinflamatorio están en aumento (42).

En la dieta la proporción baja entre $\omega 6/\omega 3$ es la ideal, 3-5: 1, es beneficiosa para las enfermedades cardiometabólicas (43), la relación 4:1 se asoció con una disminución del 70% de mortalidad de las enfermedades cardiovasculares, la relación 2,5:1 disminuyó el cáncer colorrectal, la proporción 2-3:1 suprimió las enfermedades inflamatorias, lo mismo ocurre con el cáncer de mama, la proporción de 5:1 disminuyó la probabilidad de asma. Sin embargo, la alta proporción 10-15:1 de las dietas occidentales tuvo efectos de mayor riesgo en estas patologías (44).



Respecto a su efecto ante infecciones, los AGPI $\omega 3$ tiene efecto bactericida potente contra varias cepas de *H. pylori* incluso frente a algunas que fueron resistentes a antibióticos utilizados habitualmente (45).

Como expresamos, existen pocos estudios sobre las actividades biológicas de la yema de huevo de gallina como consecuencia de su bajo contenido en AGPI $\omega 3$, por lo que los huevos enriquecidos con AGPI ha motivado el interés de investigadores en la incorporación a la dieta y, posteriormente evaluar la repercusión de los resultados de la intervención en la calidad de la salud, esto es esencial para que la yema de huevo se convierta en alimento funcional con propiedades nutraceuticas.

CONCLUSIÓN

En esta revisión se han resaltado las actividades biológicas y los beneficios más probables de la yema de huevo de gallina sustentado en los nuevos conocimientos tanto *in vitro* como *in vivo*, con relación a sus diferentes componentes, inmunológico, actividad anti-obesidad de la IgY, lipoproteínas transportadoras, fosfolípidos, lípidos insaponificables, carotenoides y ácidos grasos. Estos componentes cumplen un papel favorable para la función metabólica, nutricional y la salud del cuerpo, por sus efectos antioxidantes, antiinflamatorios. Los hallazgos *in vitro* deben ser confirmados por su aplicación clínica *in vivo* para poder proporcionar orientaciones adecuadas para su utilización en las dietas.

REFERENCIAS

1. Moula N. Biodiversité avicole dans les pays industrialisés et en développement: caractérisation et étude des performances de production de races gallines locales [Internet]. Poultry biodiversity in developed and developing countries: Characterization and performances of local chicken breeds. Université de Liège; 2012. Available from: <https://n9.cl/etgk4%0A>
2. Omri B, Chalghoumi R, Izzo L, Ritieni A, Lucarini M, Durazzo A, et al. Effect of Dietary Incorporation of Linseed Alone or Together with Tomato-Red Pepper Mix on Laying Hens' Egg Yolk Fatty Acids Profile and Health Lipid Indexes. *Nutrients* [Internet]. 2019;11(4):813. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6521111/>
3. Dehghan M, Mente A, Rangarajan S, Mohan V, Lear S, Swaminathan S. Association of egg intake with blood lipids, cardiovascular disease, and mortality in 177, 000 people in 50 countries. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2020;11(4):795–803. Available from: <https://academic.oup.com/ajcn/article/111/4/795/5713417?login=true>
4. Geiker NRW, Larsen ML, Dyerberg J, Stender S, Astrup A. Egg consumption, cardiovascular diseases and type 2 diabetes. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2017;72(1):1–13. Available from: <https://www.nature.com/articles/ejcn2017153>
5. Missimer A, Dimarco DM, Andersen CJ, Murillo AG, Vergara-jimenez M, Fernandez ML. Consuming Two Eggs per Day , as Compared to an Oatmeal Breakfast , Decreases Plasma Ghrelin while Maintaining the LDL / HDL Ratio. *Nutrients* [Internet]. 2017;9(2):89. Available from: <https://www.mdpi.com/2072-6643/9/2/89>
6. McNamara DJ. The Fifty Year Rehabilitation of the Egg. *Nutrients* [Internet]. 2015;7(10):8716–8722. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4632449/pdf/nutrients-07-05429.pdf>
7. McNamara DJ. Dietary cholesterol and atherosclerosis. *Biochim Biophys Acta - Mol Cell Biol Lipids* [Internet]. 2000;1529(1–3):310–20. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S138819810001566?via%3Dihub>
8. USDA. Pautas nutricionales para población USA 2015-2020. Pautas Aliment para estadounidenses 2015–2020 [Internet]. 2020;1–7. Available from: https://health.gov/sites/default/files/2019-10/DGA_Executive-Summary-SP.pdf
9. Lab NFP. Menú de Soluciones. Una guía nórdica para políticas alimentarias sostenibles



- [Internet]. Fischer-Møller MF, Persson M, Skylare E, editors. Copenhagen: Halloran, Afton; 2018. Available from: <https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1283348/FULLTEXT01.pdf>
10. The Australian Heart Foundation E. Can eating too many eggs lead to heart disease? [Internet]. Chicago; 2015. Available from: <https://n9.cl/3xqra%0A>
 11. Anton M. Composition and Structure of Hen Egg Yolk. In: Schade RHL-FA, editor. Bioactive Egg Compounds [Internet]. 2007. p. 1–6. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-37885-3_1
 12. Xiao N, Zhao Y, Yao Y, Wu N, Xu M, Du H, et al. Biological Activities of Egg Yolk Lipids : A Review. *J Agric Food Chem* [Internet]. 2020;68(7):1948. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32009394/>
 13. Anton M. Composición y estructura de la yema de huevo de gallina [Internet]. Primera. Huopalahti R, López-Fandiño R, Anton M, Schade R, editors. Bioactive Egg Compounds. 2007. 1–6 p. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-37885-3_1
 14. Anton M. Egg yolk: Structures, functionalities and processes. *J Sci Food Agric* [Internet]. 2013;93(13):2871–80. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.6247>
 15. Szymt A, Zabłocka A, Macała J, Chrzanowska J. C -Terminal Fragment of Vitellogenin II, a Potential Yolkin Polypeptide Complex Precursor Protein — Heterologous Expression, Purification, and Immunoregulatory Activity. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2021;22(13):7223. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-34281277>
 16. Polanowski A, Sosnowska A, Zabłocka A, Janusz M, Trziszka T. Immunologically active peptides that accompany hen egg yolk immunoglobulin Y: separation and identification. *Biol Chem* [Internet]. 2013;394(7):879–87. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23492558/>
 7. Cunill J, Babot C, Santos L, Serrano JCE, Jové M, Martín-Garí M, et al. In Vivo Anti-Inflammatory Effects and Related Mechanisms of Processed Egg Yolk, a Potential Anti-Inflammaging Dietary Supplement. *Nutrients* [Internet]. 2020;12(9):2699. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7551027/pdf/nutrients-12-02699.pdf>
 18. Michaud M, Balardy L, Moulis G, Gaudin C, Peyrot C, Vellas B, et al. Proinflammatory Cytokines, Aging, and Age-Related Diseases. *J Am Med Dir Assoc* [Internet]. 2013;14(12):877–82. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23792036/>
 19. Tyrovolas S, Haro JM, Foscolou A, Tyrovola D, Mariolis A, Bountziouka V, et al. Anti-Inflammatory Nutrition and Successful Ageing in Elderly Individuals: The Multinational MEDIS Study. *Gerontology* [Internet]. 2018;64(1):3–10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28898883/>
 20. León-Núñez D, Vizcaíno-López MF, Escorcía M, Correa D, Pérez-Hernández E, Gómez-Chávez F. IgY Antibodies as Biotherapeutics in Biomedicine. *Antibodies* [Internet]. 2022;11(4):62. Available from: https://www.researchgate.net/publication/364032665_IgY_Antibodies_as_Biotherapeutics_in_Biomedicine
 21. Zabłocka A, Sosnowska A, Urbaniak A, Janusz M, Polanowski A. Peptides accompanying chicken egg yolk IgY – alternative methods of isolation and immunoregulatory activity. *Food Funct* [Internet]. 2014;5(4):724–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24534909/>
 22. Hirose M, Ando T, Shofiqur R, Umeda K, Kodama Y, Nguyen S Van, et al. Anti-obesity activity of hen egg anti-lipase immunoglobulin yolk, a novel pancreatic lipase inhibitor. *Nutr Metab (Lond)* [Internet]. 2013 Jan;10(1):70. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24321125>
 23. Chen X, Du Y, Boni GF, Liu X, Kuang J, Geng Z. Consuming egg yolk decreases body weight and increases serum HDL and brain expression of TrkB in male SD rats. *J Sci Food Agric* [Internet]. 2019;99(8):3879–85. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30680735/>
 24. Yang F, Chen G, Ma M, Qiu N, Zhu L, Li J. Egg-Yolk Sphingomyelin and Phosphatidylcholine Attenuate Cholesterol Absorption in Caco-2 Cells. *Lipids* [Internet].



- 2018;53(2):217–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29569242/>
25. Yu Z, Mao C, Fu X, Ma M. High Density Lipoprotein from Egg Yolk (EYHDL) Improves Dyslipidemia by Mediating Fatty Acids Metabolism in High Fat Diet-induced Obese Mice. *Food Sci Anim Resour* [Internet]. 2019;39(2):179–96. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31149661/>
26. García JT, Agüero SD. Fosfolípidos: Propiedades y efectos sobre la salud. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015;31(1):76–83. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/07revision07.pdf>
27. Sun N, Chen J, Wang D, Lin S. Advance in food-derived phospholipids: Sources, molecular species and structure as well as their biological activities. *Trends Food Sci Technol* [Internet]. 2018;80(17):199–211. Available from: <https://n9.cl/alhpf>
28. Küllenberg D, Taylor LA, Schneider M, Massing U. Health effects of dietary phospholipids. *Lipids Health Dis* [Internet]. 2012;11(1):3. Available from: <http://www.lipidworld.com/content/11/1/3>
29. Sebastiano MR, Konstantinidou G. Targeting Long Chain Acyl-CoA Synthetases for Cancer Therapy. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2019;20(15):3624. Available from: <https://www.mdpi.com/1422-0067/20/15/3624>
30. Karafiát V, Veselý P, Dvořák M. Egg yolk phospholipids enriched with 1-O-octadecyl-2-oleoyl-sn-glycero-3-phospho-(N-palmitoyl) ethanolamine inhibit development of experimentally induced tumours. *Folia Biol (Czech Republic)* [Internet]. 2014;60(5):220–7. Available from: <https://fb.cuni.cz/FB2014A0042>
31. Sun N, Chen J, Bao Z, Wang D, An B, Lin S. Egg Yolk Phosphatidylethanolamine: Extraction Optimization, Antioxidative Activity, and Molecular Structure Profiling. *J Food Sci* [Internet]. 2019;84(5):1002–11. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1750-3841.14512>
32. Calzada E, Onguka O, Claypool SM. Phosphatidylethanolamine Metabolism in Health and Disease [Internet]. Vol. 321, *International Review of Cell and Molecular Biology*. Elsevier Inc.; 2016. 29–88 p. Available from: <https://n9.cl/u1q7e>
33. Cui L, Decker EA. Fosfolípidos en los alimentos: ¿ prooxidantes o antioxidantes? *J Sci Food Agric* [Internet]. 2016;96(1):18–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26108454/>
34. Fujita H, Sasaki R, Yoshikawa M. Potentiation of the antihypertensive activity of orally administered ovokinin, a vasorelaxing peptide derived from ovalbumin, by emulsification in egg phosphatidylcholine. *Biosci Biotechnol Biochem* [Internet]. 1995;59(12):2344–2345. Available from: *Biosci Biotechnol Biochem* 0A.
35. Emamat H, Totmaj AS, Tangestani H, Hekmatdoost A. The effect of egg and its derivatives on vascular function: A systematic review of interventional studies. *Clin Nutr ESPEN* [Internet]. 2020; 39:15–21. Available from: <https://n9.cl/0gp1y>
36. Katz DL, Gnanaraj J, Treu JA, Ma Y, Kavak Y, Njike VY. Effects of egg ingestion on endothelial function in adults with coronary artery disease: A randomized, controlled, crossover trial. *Am Heart J* [Internet]. 2015;169(1):162–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002870314006048>
37. Chen J, Lin S, Sun N, Bao Z, Shen J, Lu X. Egg yolk phosphatidylcholine: Extraction, purification and its potential neuroprotective effect on PC12 cells. *J Funct Foods* [Internet]. 2019;56(1):372–83. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S175646461930163X>
38. Kim JE, Gordon SL, Ferruzzi MG, Campbell WW. Effects of egg consumption on carotenoid absorption from co-consumed, raw vegetables 1,2. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2015;102(1):75–83. Available from: <https://academic.oup.com/ajcn/article/102/1/75/4564351>
39. Monge Rojas R, Campos Nuñez H. Tabla de composición de alimentos de Costa Rica: Ácidos grasos [Internet]. Blanco - Metzler A, Novygrodt Vargas RM, Ramírez I, editors. Inciensa. San José: INCIENSA; 2006. 31–37 p. Available from: https://www.inciensa.sa.cr/vigilancia_epidemiologica/informes_vigilancia/tablas



- [composicion/Acidos_grasos.pdf](#)
40. Golzar Adabi SH, Ahbab M, Fani AR, Hajbabaei A, Ceylan N, Cooper RG. Egg yolk fatty acid profile of avian species - influence on human nutrition. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* [Internet]. 2013;97(1):27–38. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0396.2011.01239.x>
 41. Elkin RG, El-Zenary ASA, Bomberger R, Harvatine KJ. Supplemental dietary oils rich in oleic acid or linoleic acid attenuate egg yolk and tissue n-3 polyunsaturated fatty acid contents in laying hens co-fed oils enriched in either stearidonic acid or α -linolenic acid. *Prostaglandins Leukot Essent Fat Acids* [Internet]. 2021;172(August):102322. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34399187/>
 42. Ravaut G, Légiot A, Bergeron KF, Mounier C. Monounsaturated fatty acids in obesity-related inflammation. *Int J Mol Sci*. 2021;22(1):1–22.
 43. Li N, Yue H, Jia M, Liu W, Qiu B, Hou H, et al. Effect of low-ratio n-6/n-3 PUFA on blood glucose: A meta-analysis. *Food Funct* [Internet]. 2019;10(8):4557–65. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31292599/>
 44. Simopoulos AP. The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases. *Exp Biol Med* [Internet]. 2008;233(6):674–88. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18408140/>
 45. Jung SW, Thamphiwatana S, Zhang L, Obonyo M. Mechanism of antibacterial activity of liposomal linolenic acid against helicobacter pylori. *PLoS One* [Internet]. 2015;10(3):1–13. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-25793403>