NOTA TÉCNICA: PP/NT/130

El HUEVO DE GALLINA, UN ALIMENTO DE ALTO VALOR NUTRITIVO, FUNCIONAL Y VERSÁTIL

Mario López / Departamento Tecnología Alimentaria Nutricional

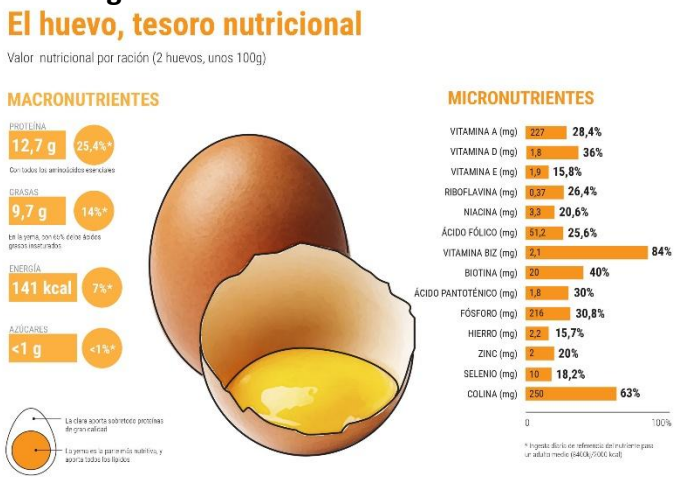
INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA (INCAP)

1. Generalidades

El huevo es el cuerpo germinativo (óvulo) producido por las aves en su propio proceso de reproducción. Está compuesto por la cáscara (8-11 %), que le sirve de barrera protectora; la clara (56-61 %), una porción líquida blanquecina y viscosa, disolución acuosa de proteínas (albúminas) con azúcares y minerales; y la yema (27-32 %), una emulsión de grasa en agua con componentes proteicos y lipídicos (lipoproteínas). (1)

Es un alimento de alto valor nutritivo que aporta energía (84 kcal/unidad) y proteínas de máxima calidad por su elevado valor biológico. La FAO lo considera una proteína de referencia debido a su contenido equilibrado de aminoácidos esenciales. Entre las proteínas del huevo se encuentran las ovoalbúminas (54 % de las proteínas de la clara), la conalbúmina y la ovomucina; en la yema predominan las lipoproteínas y las proteínas del plasma. Además, contiene un elevado contenido de ácidos grasos monoinsaturados y se caracteriza por su riqueza en vitaminas (A, D, B_{12}, B_2 y folatos), así como en minerales como fósforo, yodo, selenio, hierro y zinc. También contiene pigmentos carotenoides asociados a lipoproteínas y xantofilas, principalmente zeaxantina y luteína. (1)

Figura 1. Perfil nutricional del huevo.



Fuente: Instituto de estudios del Huevo.

2. Huevos Enriquecidos o Modificados

La composición interna de los huevos puede modificarse mediante técnicas simples, como la manipulación de la dieta de las aves. Diversos nutrientes presentes en el alimento del ave (minerales, vitaminas, ácidos grasos y pigmentos) pueden ser transferidos al huevo a través del metabolismo del ave.

Estos huevos modificados o enriquecidos pueden ser clasificados de distintas formas para distinguirlos del huevo ¨estándar¨ y muchos les llaman:

- Huevos con valor agregado
- Huevos nutricionalmente mejorados
- Huevos enriquecidos con ácidos grasos Omega-3
- Huevos orgánicos o vegetarianos (9,10)

Los huevos son un excelente vehículo para incorporar nutrientes benéficos para la salud. Este enfoque se aplica desde 1934, y fue durante la década de 1980 cuando la Universidad de Alberta (Canadá) desarrolló el concepto de un huevo enriquecido con ácidos grasos Omega-3 y otros compuestos antioxidantes. (9)

En 1988, en Australia, Farrell desarrolló un huevo modificado con alto contenido de ácido fólico y hierro para pacientes con anemia. En 1993, Naber, Estados Unidos, fue pionero en documentar las transferencias de vitaminas lipo e hidrosolubles al huevo de mesa. Concluyó que algunas vitaminas, como la vitamina A, responden lentamente a los cambios en la dieta, mientras que otras, como la riboflavina (vitamina B_2), muestran una respuesta más rápida.

La eficiencia de transferencia de vitaminas al huevo es alta, llegando hasta un 80 % para vitaminas como la A y la B_{12}, cuando la dieta contiene niveles altos de estos micronutrientes. Siendo esta información de mucha ayuda para los productores avícolas para formular dietas capaces de generar huevos con mayores niveles vitamínicas. En la misma línea, Leeson, en 2003 en Canadá, suplementó dietas con premezclas vitamínicas enriquecidas en vitaminas liposolubles e hidrosolubles, obteniendo resultados similares. (2, 5, 9)

En el caso de minerales, son estudios más recientes. En el año 2010, en Egipto, se confirma que la suplementación de hierro, cobre y zinc de fuentes inorgánicas, y suplementando hasta 200 mg de hierro/kg de alimento, se aumentó significativamente la concentración de hierro en el huevo. Además, mejoró la conversión alimenticia del ave, y mejoró la masa de huevos y otros parámetros de calidad del huevo, en comparación al control. (7)

En Sri Lanka en 2021, también se encontró que la suplementación con minerales (selenito de sodio, sulfato ferroso y óxido de zinc) aumentó significativamente la concentración de selenio y zinc en la clara de huevo, y la concentración de hierro en la yema, concluyendo que es una forma efectiva de fortificar huevos para obtener beneficios en la salud humana. (8)

En Latinoamérica, la Universidad de São Paulo, Brasil, Mori, en el 2003, investigó la biofortificación con vitamina A y vitamina E en la dieta de las aves (maíz/soya), encontrando que la concentración de retinol en la yema aumentó de 24.6 UI/g en el tratamiento control a 33.6 y 33.7 UI/g de yema cuando se suplementó el alimento con 15 000 y 30 000 UI/kg de alimento. (4)

La biofortificación se entiende como un proceso que incrementa la concentración de nutrientes en la parte comestible mediante la intervención agronómica, el mejoramiento o la ingeniería genética; en este caso, es una estrategia biológica para aumentar los contenidos de micronutrientes en el huevo de una forma segura y eficaz. (10)

3. El huevo de gallina como vehículo para la biofortificación con micronutrientes deficitarios en Guatemala.

Recientemente, se terminó en Guatemala la primera investigación sobre el uso del huevo como vehículo para biofortificar con vitamina A, hierro y zinc realizado por López, R. et al en el 2025. (3)

Este estudio se realizó durante el periodo de marzo a junio del 2025 en la Granja La Bendición (Santa Rosa, Guatemala). Se utilizaron 10,000 aves Hy-Line W-80 de 50 semanas de edad, bajo condiciones comerciales de producción. Se dividieron en una dieta control (5,000 aves) y una dieta experimental (5,000 aves), ambas dietas maíz/soya formuladas para cumplir con los requerimientos de la estirpe genética.

La dieta control usó la premezcla vitamínica/mineral que regularmente usa la Cooperativa Madre y Maestra (10,000 UI/kg de alimento de vitamina A, 40 mg/kg de alimento de sulfato de hierro y 80 mg/kg de alimento de óxido de zinc). La dieta experimental fue formulada con 15,000 UI/kg de alimento de vitamina A, 60 mg/kg de alimento de glicinato de hierro y 80 mg/kg de alimento de glicinato de zinc. Todo el alimento fue elaborado en la planta de la Cooperativa Madre y Maestra, Puerto Quetzal, Guatemala. (3)

Fue un estudio cuantitativo, cuasi experimental y transversal, donde se realizó el análisis estadístico en el software IBM SPSS, utilizando estadística descriptiva. Se realizó una prueba paramétrica (U de Mann-Whitney), utilizando la mediana de las variables evaluadas para la comparación de grupos, a un nivel de significancia de $p > 0.05$. La unidad experimental fueron 4 huevos, con seis 6 repeticiones por tratamiento. El muestreo se realizó en la semana 8 y en la semana 10 del experimento. (3)

A. Resultados

Medición de la Transferencia de Micronutrientes

La transferencia de vitamina A fue medida en las muestras de huevo usando cromatografía líquida de alta presión (HPLC), y la transferencia de hierro y zinc con un espectrómetro de emisión atómica de plasma, ambos en laboratorios privados. (3)

Para vitamina A (Tabla 1), los huevos del tratamiento control tuvieron una concentración mínima de 257.30 microgramos/100 g, una máxima de 363 microgramos/100 g y una mediana de 313.63 microgramos/100 g. El tratamiento experimental presentó un mínimo de 258.13 microgramos/100 g y una máxima de 409.13 microgramos/100 g, con una mediana de 352.19 microgramos/100 g de retinol. (3)

Para el hierro (Tabla 1), el grupo control tuvo una concentración mínima de 2.08 microgramos/100 g, una máxima de 2.96 microgramos/100 g y una mediana de 2.53 microgramos/100 g. El grupo experimental tuvo una mediana de 2.01 microgramos/100 g. (3)

Para el zinc (Tabla 1), el grupo control tuvo una concentración mínima de 1.209 microgramos/100 g, una máxima de 1.519 microgramos/100 g y una mediana de 1.351 microgramos/100 g. El grupo experimental tuvo una mínima de 1.341 microgramos/100 g, una máxima de 1.569 microgramos/100 g y una mediana de 1.438 microgramos/100 g. (3)

Tabla 1. Comparación entre medianas de micronutrientes en huevos entre el grupo control y experimental (Prueba U de Mann-Whitney).

Resultados				
Variable	**Grupo**	**Mediana** (µg/100g)	**Significancia ($p < 0.05$)**	**Interpretación**
Hierro	Control	2.084.5	0.918	no significativa
	Experimental	2.010		
Zinc	Control	1.351	0.123	no significativa
	Experimental	1.438.5		
Vitamina A	Control	313.630	0.02	significativo
	Experimental	352.185		

Fuente: López, R. El huevo de gallina como vehículo para la biofortificación con micronutrientes deficitarios: vitamina a, hierro y zinc, 2025.

Costos de suplementación

El análisis económico (Tabla 2) mostró que la adición de vitamina A incrementó el costo de producción del huevo en Q0.01 por unidad, mientras que la suplementación con minerales orgánicos (hierro y zinc) aumentó Q0.22. El costo total del huevo biofortificado con ambos micronutrientes fue de Q0.83 por unidad.

Tabla 2. Costos por la suplementación en el huevo.

Micronutriente suplementado	Costo base de producción (Q/huevo)	Incremento por suplementación (Q/huevo)	Costo total del huevo (Q/huevo)
Sin suplementación	0.60	—	0.60
Con vitamina a	0.60	0.01	0.61
Con minerales orgánicos (hierro y zinc)	0.60	0.22	0.82
Con vitamina A + minerales orgánicos (hierro y zinc)	0.60	0.23 (0.01 Vit A + 0.22 minerales)	0.83

Fuente: López, R. El huevo de gallina como vehículo para la biofortificación con micronutrientes deficitarios: vitamina a, hierro y zinc, 2025.

Aporte nutricional del huevo biofortificado en la dieta infantil.

El análisis del contenido nutricional (Tabla 3) evidenció que el huevo biofortificado presentó concentraciones de vitamina A, hierro y zinc superiores a las del huevo convencional. Por cada 100 g de producto, se registraron 352 µg de vitamina A, 2.01 mg de hierro y 1.44 mg de zinc, equivalentes a 224 µg, 1.28 mg y 0.92 mg por huevo promedio (63.6 g). Estos valores fueron comparados con las Recomendaciones Dietéticas Diarias (RDA) del INCAP, 2012.

Tabla 3. Aporte de micronutrientes del huevo biofortificado crudo vs. requerimientos infantiles.

Micronutriente	**Contenido en 1 huevo crudo (63.6 g)**	**Contenido en 100 g de huevo biofortificado crudo**	**Requerimiento diario (RDA)***	**% cubierto (por huevo)**	**% cubierto por 100g**
Vitamina A	224 µg	352 µg	400 µg (1–3 años) 450 µg (4–6 años)	56% y 50%	88% y 100%
Hierro	1.28 mg	2.01 mg	7 mg (1–3 años) 10 mg (4–6 años)	18% y 13%	28% y 20%
Zinc	0.92 mg	1.44 mg	3 mg (1–3 años) 5 mg (4–6 años)	31% y 18%	48% y 29%

Fuente: López, R. El huevo de gallina como vehículo para la biofortificación con micronutrientes deficitarios: vitamina A, hierro y zinc, 2025.

B. Discusión de resultados

Medición de la Transferencia de Micronutrientes

En el caso de la vitamina A, la diferencia fue estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre el tratamiento control (313.6 microgramos/100 g) y el tratamiento experimental (352.19 microgramos/100 g). Estos niveles se encuentran por arriba de los valores reportados por el INCAP (140 microgramos/100 g), así como de los valores reportados por la USDA (240 microgramos/100 g), indicando que los niveles que ya se usan en COMAYMA (tratamiento control) superan en un 124 % lo reportado por la tabla del INCAP del 2018, y el tratamiento experimental presentó un 152 % más de vitamina A en el huevo.

Este nivel de transferencia en el tratamiento experimental fue un 14 % mayor que en el tratamiento control, lo que coincide con el trabajo realizado por Mori en el 2003, en la Universidad de São Paulo, Brasil, quien reportó una transferencia del 36 % entre el tratamiento control y el experimental (15,000 UI/kg de alimento), con la salvedad de que en el estudio de Brasil el retinol fue medido únicamente en la yema, mientras que en el presente estudio fue medido en el huevo completo. Coincide también con lo reportado por Naber (1993), quien confirmó la transferencia de vitamina A de la dieta al huevo de mesa. (3)

Respecto al zinc y al hierro, el tratamiento control reportó 1.35 microgramos/100 g y el experimental fue de 1.43 microgramos/100 g. En el caso del hierro, el control tuvo 2.08 microgramos/100 g y el experimental fue de 2.01 microgramos/100 g. En ambos casos no hubo diferencia significativa en las medianas de ambos minerales; sin embargo, estos datos son superiores en casi un 30 % a los reportados por las tablas del INCAP, que indican 1.54 microgramos/100 g de hierro y 1.14 microgramos/100 g de zinc. Esto confirma que los niveles vitamínico-minerales usados por COMAYMA aportan concentraciones más altas que las reportadas en la tabla de composición de alimentos del INCAP del 2018. (3)

Una explicación para este fenómeno pueden ser las interacciones de esta fuente de minerales con el carbonato de calcio, que es suministrado a libre consumo en la granja, el cual se agrega diariamente y se calcula que el consumo puede llegar hasta 3 gramos/ave/día, casi el 10 % del requerimiento diario de calcio. El exceso de calcio en el tracto gastrointestinal compite con las moléculas de hierro y zinc por los transportadores a nivel intestinal, además de formar complejos insolubles, reduciendo su absorción y biodisponibilidad. Este fenómeno podría explicar la baja transferencia de hierro y zinc al huevo de mesa en este estudio, bajo condiciones comerciales de producción. (3)

Costo de suplementación

El costo de suplementación de vitamina A al alimento de las aves aumenta el costo del huevo en Q0.01 (1 centavo), lo que implica un impacto mínimo en el costo de la canasta básica de alimentos. Este valor se encuentra dentro de un rango aceptable, ya que la relación costo beneficio es favorable tanto para el productor como para el consumidor, aportando un valor nutricional adicional a la salud pública. (3)

En el caso de los minerales orgánicos (glicinatos de hierro y zinc), también aumenta el costo del huevo en Q0.20 (20 centavos), lo cual no ofrece una ventaja técnica que justifique su inclusión. Además, se señala que, en las condiciones de este estudio, no existió

transferencia de minerales del alimento al huevo, debido a su interacción negativa con el carbonato de calcio. (3)

Aporte nutricional del huevo biofortificado en la dieta infantil.

En el huevo biofortificado se obtuvieron concentraciones de vitamina A (352.19 µg/100 g), hierro (2.01 mg/100 g) y zinc (1.44 mg/100 g), equivalentes a 224 µg, 1.28 mg y 0.92 mg por huevo (63.6 g), respectivamente. Estos valores reflejan el potencial del huevo como vehículo de micronutrientes esenciales en la dieta.

De acuerdo con las Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP del 2012, el consumo de 100 g de huevo biofortificado cubriría cerca del 78 % del requerimiento de vitamina A en lactantes de 6 a 11 meses, superando el 100 % en niños de 1 a 3 años, y aportaría entre el 90 % y 100 % en preescolares de 4 a 6 años. Respecto al hierro, aporta 2.01 mg de hierro, cubriendo el 28 % del requerimiento en un niño de 1 a 3 años y entre 20–25 % en un preescolar de 4 a 6 años.

Aunque el incremento del zinc en el huevo biofortificado no fue estadísticamente significativo, sigue siendo un alimento con un contenido importante de este mineral. El consumo de 100 g de huevo biofortificado cubren hasta el 48 % del requerimiento en niños de 1 a 3 años y 29 % en los de 4 a 6 años.

Estos resultados evidencian que el huevo biofortificado constituye una fuente relevante de vitamina A, además de aportar cantidades importantes de hierro y zinc, nutrientes de alta biodisponibilidad y fundamentales en la prevención de deficiencias nutricionales durante la infancia.

C. Conclusiones del estudio

- La biofortificación del alimento de aves con vitamina A es una estrategia biológica factible, ya que existe transferencia al huevo de mesa y el costo de inclusión es favorable bajo las condiciones de este estudio.
- La biofortificación con minerales orgánicos no es factible bajo las condiciones de las granjas en Guatemala, debido a la adición de carbonato de calcio a libre consumo, el cual interfiere con la absorción de hierro y zinc a nivel intestinal.
- La biofortificación con vitamina A, hierro y zinc no afectó los parámetros de calidad fisicoquímica del huevo (peso, grosor de cáscara, unidades Haugh, color de yema y resistencia de cáscara).
- El consumo de 100 gramos de huevo biofortificado con vitamina A cubriría el 78 % del requerimiento de lactantes de 6 a 11 meses, el 100 % en niños de 1 a 3 años y el 90 % en

preescolares de 4 a 6 años, de acuerdo con las recomendaciones dietéticas del INCAP del 2012.

D. Recomendaciones del estudio

1. Realizar trabajos de investigación para biofortificar micronutrientes deficitarios actualmente en Guatemala, como vitamina B_{12}, ácido fólico, vitamina D y selenio, que impacten positivamente la salud pública.
2. Promover el uso del huevo biofortificado en programas de alimentación escolar del gobierno y en otros planes de asistencia nutricional dirigidos a poblaciones vulnerables.
3. Para Guatemala y todos los países de Centroamérica, el desarrollo de huevos modificados o enriquecidos con distintos nutrientes, como vitaminas, minerales, ácidos grasos (Omega-3), péptidos y nucleótidos, es una alternativa viable que la agroindustria puede realizar sin impactar los costos del producto final, siempre cuidando la inocuidad en toda la cadena alimentaria para ofrecer al consumidor un producto de calidad, nutritivo y saludable.

4. Bibliografía

1. Instituto de Estudios del Huevo. 2006. Huevo y Salud Nuevas Evidencias científicas. Ministerio de Agricultura, Pesca, alimentación. Inprovo, Madrid.
2. Leeson, S. et al. 2003. Vitamin Enrichment of Eggs. Journal Appl. Poult. Res. 12:24-26.
3. López Montenegro, R. 2025. El Huevo de Gallina como Vehiculo para Fortificar Micronutrientes Deficitarios en Guatemala. Tesis Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de nutrición, Universidad Rafael Landívar.
4. Mori, A. et al. 2003. Supplementing Hen Diets with Vitamina A and E Affects Egg Yolk Retinol and Alpha Tocopherol Levels. J. Appl. Poult. Rs. 12: 106-114.
5. Naber, E. 1993. Modifying Vitamin Composition of Eggs. K. Appl. Poult. Res. 2: 385 – 393.
6. Oviedo, EO. 2023. Optimun Vitamin Nutrition For More Sustainable Poultry Farming. DSM Nutritional Products. Edited by 5M Books Lt, Lings, Essez, CM 62HH, UK.
7. Pushpamali, RM et al. 2023. Multimineral Fortification of Chicken Egg by Supplementing a Combination of Soidum Selenite, Ferrous Sulphate and Zinc Sulphate in Layer Diet. Biomed J Sci. & Tech Res. DOI:10.26717/ BISTR. 2021.35.005683.
8. Ramadan, N. et al. 2010. Effect of Using Different Levels of Iron with Zinc and Copper in Layer Diet on Egg Iron Enrichment. Int. J. Poult. Sci. 9(9): 842-850.
9. Singh, VP et al. 2012. Modified or Enriched Eggs: A Smart Approach in Egg Industry, A Review. American Journal of Food Technology 7 (5) 266-277.
10. Wang, J. et al. 2017. Nutritional Modulation of Health, Egg Quality and Environmnetal Pollutiom of The Layer. Chinese Association of Animal Science and Veterinary. Elsvier Advancing Research Evolving Science.