



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

MONOGRAFÍA

**USOS DE LOS HUEVOS DE DESCARTE DE GALLINAS COMO
INGREDIENTES FUNCIONALES, NUTRITIVOS Y TECNOLOGICOS
EN ALIMENTACIÓN**

José Ignacio Cabello Pavez

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

PROFESOR GUÍA: Dra. Carolina Paz Valenzuela Venegas

SANTIAGO, CHILE
2018



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

MONOGRAFÍA

USOS DE LOS HUEVOS DE DESCARTE DE GALLINAS COMO INGREDIENTES FUNCIONALES, NUTRITIVOS Y TECNOLOGICOS EN ALIMENTACIÓN

José Ignacio Cabello Pavez

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

NOTA FINAL:

	Nota	Firma
Profesor guía: Carolina Valenzuela Venegas
Profesor corrector: Sergio Guzmán Pino
Profesor corrector: Héctor Hidalgo Olate

SANTIAGO, CHILE
2018

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

En la memoria de Patricia Edith Pavez González, mi madre que en paz descanse, quien me crió y me dio los valores, fuerza y energía para llegar a ser un profesional.

Además agradecer a mi profesora guía Carolina Valenzuela Venegas y al departamento por darme la oportunidad de trabajar con ellos. Finalmente agradecer a mi pareja Allyson Prado y a mi hija que me apoyan cada día y no me abandonaron en este proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DESCRIPCIÓN	PÁGINA
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVO ESPECÍFICO.....	7
MATERIAL Y MÉTODOS.....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
CONCLUSIONES.....	31
BIBLIOGRAFÍA.....	32

ÍNDICE TABLAS

DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Porcentaje de pérdidas de huevos de descarte.....	14
Usos del huevo de descarte.....	16
Productos en base a huevo de descarte.....	19
Componentes funcionales presentes en el huevo y sus funciones en el organismo...	24
Tipos de productores avícolas en Chile.....	28

ÍNDICE FIGURA

DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Diagrama de las pérdidas de huevo a nivel nacional en la cadena productiva.....	15
Productos en base a huevo de descarte.....	21
Principales características funcionales presentes en el huevo.....	26

RESUMEN

En la cadena productiva de los huevos se presentan pérdidas que generan los huevos de descarte. A nivel mundial, se estima que entre un 12-20% de la producción total de huevos se pierden. Esta cifra es muy alta y por esto se considera necesario atribuirle algún uso alternativo a estos huevos. Así, el objetivo de esta monografía fue recopilar información actualizada sobre cifras en Chile de huevos de descarte y sus posibles usos para convertirse en ingredientes funcionales, alimenticios o tecnológicos para alimentación animal o humana. Con el fin de cuantificar las cifras de huevos de descarte en Chile y sus usos, se realizaron encuestas a productores y comerciantes a nivel nacional. Se recopiló información acerca del uso de los huevos de descarte en el mundo y de los productos elaborados en base a huevos de descarte. Finalmente, se seleccionó la parte del huevo menos utilizada y se plantearon posibles alternativas de re-utilización. En Chile a nivel de granja se desechan un 2,8% de los huevos producidos y a nivel de comercio un 3,6%. No se obtuvieron datos de las pérdidas producidas a nivel de transporte. Pocos productores de huevos estaban al tanto de la posible re-utilización de los huevos de descarte. A nivel nacional los usos que se le dan a los huevos de descarte son en alimentación animal y la fabricación de huevos procesados (huevos o partes de éste pasteurizados, harinas, coagulados, etc.). A nivel internacional existe más información sobre diferentes usos de éstos huevos (bioplásticos, biogas, implantes, ingredientes funcionales con características antioxidantes, antimicrobianas, antihipertensivos y otras). Finalmente, se seleccionó la cáscara para proponer su reutilización ya que se desecha en su totalidad. Se sugirió su reutilización en todos los niveles productivos de Chile (pequeño productor, mediano y grande). La forma de re-utilizar la cáscara podría ser la extracción del carbonato de calcio para utilizarse en diversos productos como nutraceuticos, fertilizantes, suplemento alimenticio, entre otros.

Palabras claves: Alimento funcional, huevo de descarte, reutilización.

ABSTRACT

In the production egg's chain there are discard eggs loss-making. Worldwide, it is estimated that between 12%-20% the total production of the eggs gets lost, that figure is very high and because of it thinks that it is necessary to give use to these eggs, well. The aim of this monograph was to gather information updated about the figure in Chile of the discard eggs and the possible uses to turn into functional ingredients for food and technological to animal or human feed. In order to quantify the figures Chile's the discard eggs and the uses.

Surveys were done to producers, merchants in the whole country and this information about use of the discard eggs in the world and products produced by the discard eggs, finally It selected the part of the egg least used they raised possible alternatives of reuse.

In Chile farm level is discarded 2, 8% off the eggs produced and level trade 3, 6%. There is not information about loss level transport. A few producers know about the possible reuse of discard eggs, in the country the use of the discard eggs is for animal feed and the production of processed eggs (Eggs or parts of this one pasteurized, Flour, clots ETC). Internationally there is more information about the uses of the discard eggs (Plasmatic, biogas, implants, functional ingredients with antirust, antimicrobial characteristics, anti-hypertension ETC).

Finally the egg shell was selected because is totally discarded it was suggested reuse in whole Chile production level (Small producer, medium and big producer).

The way to reuse of the egg shell is the extraction of calcium carbonate to use in different products like nutraceuticals, fertilizer and food supplement inter alia.

Keywords: functional food, discard eggs and reuse.

INTRODUCCIÓN

El huevo tiene como finalidad la perpetuación de la especie en los animales ovíparos, funcionando como una cámara embrionaria compuesta por cáscara, clara y yema (Instituto de estudio del huevo, 2009). El huevo es un alimento básico en la cocina, muy apetecible, gastronómicamente muy versátil, con un alto valor nutritivo y de bajo costo (Carbajal, 2014). En Chile el consumo anual de huevo por persona es de 230 huevos al año (ODEPA, 2018), cifra que deja a Chile como el segundo consumidor de huevos en América Latina. El huevo de gallina es el más consumido en Chile y el mundo.

El huevo de gallina está compuesto por: 9% de cáscara, 63% de clara y 28% de yema (en materia húmeda) (Kovacs-Nolan *et al.*, 2005). La cáscara está compuesta de carbonato de calcio (98%). La clara por agua (88%) y proteínas (cerca del 12%), principalmente ovoalbúmina (54%), ovomucina (11%), y lisozima (3,4%). La yema contiene un 50% de agua y el otro 50% se reparten equitativamente entre proteínas y lípidos, y de esta última fracción, el 66% son triglicéridos, 28% fosfolípidos y un 5% colesterol (Gil *et al.*, 2016). Un huevo de 60 g aporta unos 6,4 g de proteína, 4,8 g de grasa total, y 200 mg de colesterol, que representan el 10,6%, 7,2% y 67% de la recomendación para un adulto, respectivamente (Instituto de estudio del huevo, 2009; OMS, 2015). El huevo también aporta una amplia gama de vitaminas del complejo B y liposolubles, macro y micro minerales (Gil *et al.*, 2016; Instituto de estudio del huevo, 2009).

En los sistemas de producción siempre se producen pérdidas, estimadas por el sector productivo de huevos de gallinas en Chile, entre un 3-4% del total de la postura¹. Cifras internacionales indican que durante la producción, traslado y comercialización de los huevos se pierde entre un 12-20%. Sin embargo, no se cuenta con datos de las pérdidas durante la comercialización de los huevos en Chile. El levantamiento de información acerca de las pérdidas de huevos en nuestro país es una de las razones que motivó la realización de la presente monografía. Estos huevos se denominan como de descarte y corresponden a

¹ Comunicación personal. Patricio Kurte, Gerente general de la Asociación de Productores de huevos

huevos que no se pueden comercializar por razones establecidas en el Reglamento Sanitario de los Alimentos (que no cumplan con criterios microbiológicos o porque no cumplen con los requisitos de comercialización: huevo manchados, cáscara fisurada, cáscara trizada o rota, entre otras) (Reglamento sanitario de los alimentos, 2011). Estos huevos generalmente se reciclan como huevo líquido pasteurizado², y las cáscaras son eliminadas, siendo un recurso subutilizado. Por tanto, los huevos de descarte tienen el potencial de ser reciclados para desarrollar otros productos con fines alimentarios.

También el huevo tiene diversos componentes funcionales como: ovoalbúmina, ovotranferrina, lisozima, ovomucina, avidina y otros que están presentes principalmente en la clara. A estos componentes se les han descrito propiedades antimicrobianas, antihipertensivas, antidiabetogénicas, anticancerígenas, entre otras (Kovacs-Nolan *et al.*, 2005). En la yema se encuentra la fosvitina con propiedades antibacteriana y antioxidante, y los carotenoides, reconocidos como excelentes antioxidantes naturales (Kovacs-Nolan *et al.*, 2005). En la cáscara y membranas destaca la actividad antibacteriana de la proteína ovocalyxin-36 (Cordeiro *et al.*, 2013), y el potencial uso del carbonato de calcio en múltiples aplicaciones.

Debido a las destacadas propiedades nutricionales y funcionales de algunos componentes de los huevos, nace la inquietud desde el sector productivo de revisar información acerca de los posibles usos que se les puedan dar a los huevos de descarte para entregarles un valor agregado a éstos u obtener un mejor retorno económico. Es importante también señalar que a nivel nacional no existen trabajos como revisiones o actualizaciones en la literatura de este tema. Así el objetivo de la presente monografía fue recopilar información actualizada sobre posibles usos de huevos de descarte, para convertirse en ingredientes funcionales, alimenticios o tecnológicos para alimentación animal o humana.

² Comunicación personal. Héctor Hidalgo, Director del Laboratorio de Patología Aviar de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y académico de Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias.

OBJETIVO GENERAL

Recopilar información actualizada sobre cifras de huevos de descarte generados en Chile y sus posibles usos para convertirse en ingredientes funcionales, alimenticios o tecnológicos para alimentación animal o humana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.** Recopilar información acerca de las pérdidas de huevo a nivel nacional y usos actuales de los huevo de descarte.
- 2.** Revisar información acerca de procesos tecnológicos que puedan generar un uso alternativo a los huevos de descarte como un ingrediente alimenticio, funcional o tecnológico.
- 3.** Seleccionar el componente del huevo con menor uso y sugerir su re-utilización según el tipo productor a nivel nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Objetivo 1: Recopilar información acerca de las pérdidas de huevo a nivel nacional y usos actuales de los huevo de descarte.

Se revisó información acerca de las pérdidas de huevo a nivel nacional y usos actuales del huevo de descarte, a través de una recopilación de información para cuantificar las pérdidas de huevos a nivel de granja, de distribución y comercialización; y para describir el uso de los huevos de descarte en Chile. Para obtener información acerca de los huevos de descarte a nivel de granja se contactaron diversos productores insertos en la Asociación de Productores de Huevo de Chile (CHILE HUEVO) (cuyos contactos se encuentran reportados en la página web de CHILE HUEVO (<https://www.chilehuevos.cl/industria/asohuevo/asociados.html>)). Los contactos se establecieron por vía telefónica, email y/o personalmente y se les aplicó el siguiente cuestionario:

- 1) ¿Cuántas aves manejan en su plantel?.

- 2) ¿Cuántos huevos producen al año?.

- 3) ¿Cuántos huevos de descarte se producen al año en su plantel? o ¿cuál es el porcentaje de huevos de descarte en su plantel?.

- 4) ¿Qué se hace con los huevos de descarte en su empresa?.
 - 4a) En caso de reutilizar estos huevos, ¿qué se hace con la cáscara?.
 - 4b) En el caso de que no reutilice los huevos, ¿han intentado reutilizarlos?.

- 5) ¿Conocen productos en base a huevos de descarte?.

- 6) ¿Manejan datos de los huevos que se pierden en el transporte?.

- 7) ¿Manejan datos de los huevos que se pierden en el comercio?.

Para obtener información acerca de los huevos de descarte a nivel de traslado y comercialización, se contactaron otras entidades como Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), CHILE HUEVO, mercados urbanos (Feria Lo Valledor, Vega Central, etc.), y principales supermercados de Santiago. A estas entidades se les aplicó el siguiente cuestionario:

- 1) ¿Cuántos huevos compran al año?.

- 2) ¿Manejan datos de los huevos que se pierden en el transporte?.

- 3) ¿Manejan datos de los huevos que se pierden en el comercio?.

- 4) ¿Qué se hace con los huevos de descarte (rotos, trizados, etc) en su empresa?.
- 4a) En caso de reutilizar estos huevos, ¿qué se hace con la cáscara?.
- 4b) En el caso de que no reutilice los huevos, ¿han intentado reutilizarlos?.

- 5) ¿Conocen productos en base a huevos de descarte?.

Para mejorar la comprensión de las pérdidas a lo largo de toda la cadena productiva se elaboró un esquema que resume e ilustra la cadena productiva de huevos en Chile.

También para el caso del uso de los huevos de descarte, se recopiló información de los usos que se describen de éstos, con un enfoque para ser utilizados como ingredientes para la alimentación humana o animal. Esta información se buscó en revistas científicas, cuyos sitios para realizar la descarga de los manuscritos se describen en el ítem siguiente; libros, capítulos de libros, entre otras fuentes.

Objetivo 2: Revisar información acerca de procesos tecnológicos que puedan generar un uso alternativo a los huevos de descarte como un ingrediente alimenticio, funcional o tecnológico.

Se revisó información acerca de procesos tecnológicos que puedan generar un uso alternativo a los huevos de descarte como un ingrediente funcional, alimenticio o tecnológico. Para esto se buscó información en revistas científicas, descargándolas desde los siguientes sitios web: 1) Web of Science, 2) Google Académico, 3) Science Direct, 4) Pubmed, entre los principales. Libros y capítulos de libros, descargándolos desde sitios web o de bibliotecas asociadas a la red de la Universidad de Chile u otras universidades. También se buscó información en Memorias de Título, Tesis, presentaciones a seminarios, congresos u otros.

En relación a la generación y aplicación de subproductos elaborados a partir de los huevos de descarte, se revisaron sitios buscadores de patentes como: PATENTSCOPE, Espacenet, Google Patents, Latipat, LENS, INVENES, USPTO PatFT, Ipsum, FPO FreePatentsOnline, J-PlatPat, KIPRIS, SIPO, y AusPat. También se realizó una revisión de productos basados en componentes de los huevos de descarte, usados en alimentación humana o animal ya existentes en el mercado nacional e internacional.

La búsqueda se direccionó con palabras claves, las cuales se relacionaban al uso de componentes de los huevos o de los propios huevos como ingredientes funcionales, alimenticios o tecnológicos para alimentación humana o animal.

La información recopilada se sintetizó en una tabla en donde se indicó en las columnas de ésta: la fuente de la información (autores y año de la publicación), producto(s) obtenido(s) desde huevos de descarte(ejemplo: carbonato de calcio), producto generado, proceso tecnológico usado.

Objetivo 3: Seleccionar el componente del huevo con menor uso y sugerir su re-utilización según el tipo productor a nivel nacional.

Como esta monografía tiene su génesis en una necesidad del sector productivo, es que se realizó un análisis de cuáles serían las mejores alternativas del destino de los huevos de descarte. Para esto se plantearon los siguientes criterios y se elaboró una propuesta de reutilización del producto menos utilizado:

- Análisis del sector avícola nacional: Se revisó el contexto nacional de los productores avícolas, describiendo su clasificación según la cantidad de aves que los productores poseen (ODEPA, 2018).
- Selección de subproducto con el mayor índice de descarte: Basado en la encuesta realizada en el objetivo 1, se seleccionó la parte del huevo más desechada en el país.
- Equipos necesarios para re-utilizar los huevos de descarte: Se seleccionó una forma de re-utilización de los huevos de descarte y se describen los equipos necesarios para llevarlo a cabo y se realizó un análisis de factibilidad económica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdidas en la industria del huevo

Actualmente en Chile hay poca información que cuantifique las pérdidas como huevos de descarte, no existiendo ningún estudio que dé cuenta de éstos. En el presente trabajo se contactó a varios productores de huevos y cadenas de comercialización para poder entregar cifras de los huevos de descarte que se generan en Chile. Nuestro país cuenta con 14.861.743 aves de postura, las que el primer semestre del año 2018 produjeron 1.998.900.000 huevos (ODEPA, 2018). De esta cantidad de aves, el 68% corresponde a productores insertos en la Asociación de Productores de Huevo (CHILE HUEVO), siendo esta la asociación más importante a nivel nacional³, la cual está compuesta por 38 productores, los cuales poseen un universo de 10.105.985 gallinas. Este estudio logró contactar y aplicar el cuestionario a 11 productores que representa 29% de los productores pertenecientes CHILE HUEVO, con una masa de 4.329.000 aves, lo que representa un 42,8% del total de aves de los productores de CHILE HUEVO. Con estos datos se elaboró la Tabla 1, que da cuenta de las pérdidas por concepto de huevos de descarte.

Así, en la Tabla 1 se observa que a nivel de granja las pérdidas fluctúan entre un 0,5 a 5%, con un promedio de 2,8%, cifra que es casi el doble de las descritas en estudios internacionales de 1,6% (Roland, 1988). Estas pérdidas ocurren a 2 niveles, el primero, durante la recolección en jaulas, las cuales dependen de varios factores como son la profundidad de la jaula, diámetro del enrejado y el material del que están construidas (Tordi, 1979). La recolección de los huevos juega un papel importante, ya que la permanencia de estos en la jaula aumenta el porcentaje de huevos rotos y trizados por el contacto entre ellos, sugiriéndose que se realicen más recolecciones al día (Tordi, 1979). Por otro lado, la recolección automatizada ofrece una disminución de huevos con deterioro de la cascara, pero tiene la desventaja que los huevos que se pierden en la cinta no pueden

³ Comunicación personal. Héctor Hidalgo, Director del Laboratorio de Patología Aviar de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y académico de Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias

ser contabilizados dentro de las pérdidas⁴. Otro punto de la cadena donde ocurren pérdidas a nivel de granja es en el empaquetamiento de los huevos, esto se explica por la manipulación a la que son sometidos (TECNA, 1982). Por otro lado, no se pudo obtener el porcentaje de los huevos de descarte generados en el transporte, ya que en muchos de los casos este dato estaba incluido en la comercialización o en las mismas devoluciones a los productores. Considerándose como devolución, aquellos huevos que se rompen o trizan en el transporte o almacenamiento y son regresados a los productores. En estudios internacionales estas pérdidas se estimaron entre 4-5% durante su traslado (Roland, 1988). A nivel de comercialización se aprecia un amplio margen de pérdidas variando de un 0,5% a 16,6%, estableciéndose un promedio de 3,1% (Figura 1). Estas pérdidas reportadas son menores que los datos descritos internacionalmente (6,1%) (Roland, 1988).

⁴ Comunicación personal. Héctor Hidalgo, Director del Laboratorio de Patología Aviar de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y académico de Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias

Tabla 1. Porcentaje de pérdidas de huevos de descarte.

Fuente de información	Producción anual de huevos	Pérdidas %			
		Granja	Traslado	Comercialización	Devolución de huevos
CHILE	3.546.782.582	1,7	n.d	n.d	n.d
HUEVO					
Productor 1	890.000	0,5	n.d	0,1	2,1
Productor 2	27.000.000	2,7	n.d	n.d	4
Productor 3	11.228.671.316	2	n.d	n.d	3,9
Productor 4	648.000	2,1	n.d	n.d	n.d
Productor 5	9.000.000.000	5	n.d	n.d	n.d
Productor 6	438.000.000	5	n.d	n.d	7
Productor 7	217.175.000	n.d	1	3	n.d
Productor 8	20.000.000	1,3	n.d	n.d	n.d
Productor 9	n.d	5	n.d	n.d	n.d
Productor 10	43.800.000	2,7	n.d	n.d	n.d
Productor 11	n.d	2,8	n.d	n.d	n.d
Comerciante 1	n.d	n.d	n.d	1	n.d
Comerciante 2	n.d	n.d	n.d	0,6	n.d
Comerciante 3	n.d	n.d	n.d	0,5	n.d
Comerciante 4	17.280	n.d	n.d	0,27	n.d
Comerciante 5	600.000	n.d	n.d	16,6	n.d

n.d: no se cuenta con datos o no fueron proporcionados

Según un estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en conjunto con el “Swedish Institute for Food and Biotechnology” (SIK), las pérdidas de huevos a lo largo de toda la cadena productiva varían del 12 al 20% como promedio a nivel mundial (Gustavsson *et al.*, 2011). Si comparamos con las cifras obtenidas en este trabajo, Chile está por debajo de éstas.

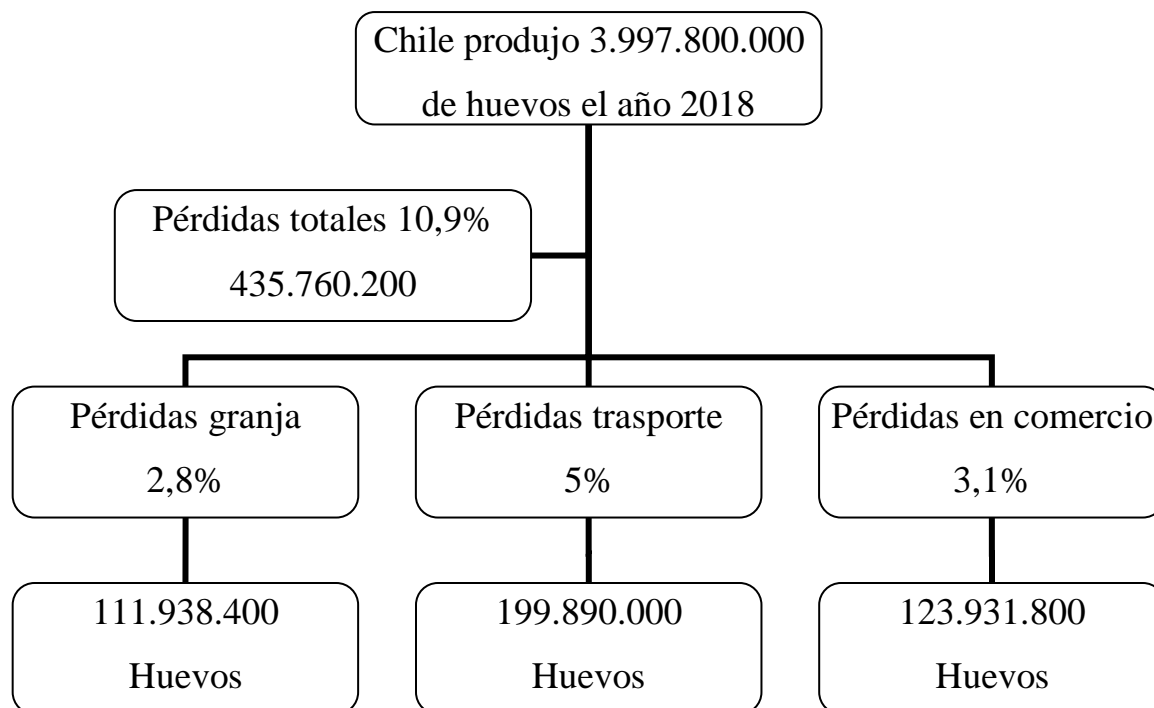


Figura 1. Diagrama de las pérdidas de huevo a nivel nacional en la cadena productiva. El cálculo de las pérdidas por transporte se basó en cifras internacionales, ya que no se pudieron obtener cifras nacionales.

Usos en Chile de los huevos de descarte

Los resultados obtenidos desde el cuestionario acerca de los usos de los huevos de descarte se presentan en la Tabla 2. A modo de resumen los principales usos de los huevos de descarte en Chile, se describen a continuación: 1) elaboración industrial de huevo líquido (huevo líquido entero, clara líquida o yema líquida) y de huevo deshidratado (harina de huevo entero, harina de clara o harina de yema). 2) Alimentación animal, esta puede ser de forma directa mezclada con el alimento, como el caso de las aves; mezclada con guano para la alimentación de rumiantes o bien puede ser un ingrediente para ser usado en la formulación de dietas para mascotas, donde se mezclan con las otras materias primas para luego someterse a un proceso de extrusión y secado. Esta última forma de re-utilización es la practicada por la empresa Champion S.A, quienes son dueños de huevos Yemita, y los principales productores de huevos en Chile. Quienes usan huevos de descarte (clara y yema) en la elaboración de la mayoría de sus alimentos para perros y gatos, incluso éstos tienen un sello distintivo en sus envases, indicando que usan “ovo proteína” 3) Finalmente

se señala que no se reutilizan y son desechados a vertedero. Cabe destacar que el 80% de los productores consultados desechaba la cáscara y no la reutilizaban, y la mayoría de éstos no tenían conocimiento alguno de productos basados en huevos de descarte. Con respecto a los comerciantes, todos indicaron que los huevos con deterioro eran regresados a los productores y no tenían conocimiento sobre productos en base a huevos de descarte.

Como la mayoría de los productores de CHILE HUEVO describieron que el uso de los huevos de descarte se basaba principalmente en la re-utilización de la yema y clara, en la Tabla 2 se hizo una distinción acerca de su uso, y de la cáscara por separado.

Tabla 2. Usos del huevo de descarte.

Fuente de información	Uso de los huevos de descarte	Uso de la cáscara	Conocimiento de productos
CHILE HUEVO	-Mezcla con guano -Alimentación animal	Vertedero	Nulo
Productor 1	-Alimento para aves	Alimento para aves	Nulo
Productor 2	-Uso industrial	Vertedero	Uso industrial Pastillas de calcio
Productor 3	-Consumo animal	Vertedero	Nulo
Productor 4	-Vertedero	Vertedero	Nulo
Productor 5	- Vertedero	Vertedero	Nulo
Productor 6	- Uso industrial	Vertedero	Uso industrial
Productor 7	- Vertedero	Vertedero	Nulo
Productor 8	- Alimento para aves	Vertedero	Nulo
Productor 9	- Vertedero	Vertedero	Uso industrial
Productor 10	- Alimento para aves	Alimento para aves	Nulo
Productor 11	-Huevo líquido pasteurizado	Vertedero	Huevo industrial
Comerciante 1	-Se regresan al productor	No aplica	Nulo
Comerciante 2	-Se regresan al productor	No aplica	Nulo
Comerciante 3	-Se regresan al productor	No aplica	Nulo
Comerciante 4	-Se regresan al productor	No aplica	Nulo
Comerciante 5	-Se regresan al productor	No aplica	Nulo

Productos en base a huevos de descarte

Alrededor del mundo se están utilizando diferentes alternativas tecnológicas para reutilizar los huevos de descarte. En la Tabla 3 se presentan productos basados en huevos de descarte. Los huevos de descarte son utilizados de forma industrial para generar principalmente huevo líquido pasteurizado⁵ (Figura 2C). Este producto es aquel privado de la cáscara, que conserva las proporciones naturales de la clara y yema, las que mezcladas dan lugar a un producto homogéneo, que se somete a pasteurización (Reglamento Sanitario de Alimentos, 2011). Además de este huevo líquido, se pueden generar dos productos más, que son la yema líquida (Figura 2A) y clara líquida (Figura 2B) pasteurizadas, las cuales son ampliamente utilizadas en alimentación humana o animal (Asociación Española de Industrias de Ovoproductos, 2011). A estos productos se les realizan 4 procesos básicos que constan de una fase de lavado, ruptura del huevo y homogenización, para luego pasar a la pasteurización que se realiza entre 60-65°C por 3 minutos aproximadamente y termina con la refrigeración y el envasado (Liot, 1999).

Otro producto en base a huevo de descarte es el huevo deshidratado, que también está presente en el mercado nacional como huevo entero en polvo, clara en polvo y yema en polvo (Figura 2D, 2E, 2F, respectivamente). Su procesamiento se caracteriza por ser un proceso económico, el cual utiliza altas temperaturas y se obtiene un producto final con un 5-8% de humedad (Díaz, 2007). Los procesos a los cuales se someten los huevos de descarte para generar este producto es la rotura de la cáscara, separación de componentes y secado por atomización (Huang, 2009).

Los productos anteriormente descritos son utilizados en alimentación humana. Sin embargo, existen productos que son específicos para ser utilizados en alimentación animal. Este es el ejemplo del huevo coagulado, el cual se procesa de la siguiente manera: rotura de los huevos, acidificación (mediante fermentación bacteriana) y aplicación de un proceso térmico (70-95°C), caracterizándose por ser un producto de bajo costo (Callejas *et al.*, 2012). Otro producto es el descrito por Lee (2015), el cual mezcla huevos de descarte con

⁵ Comunicación personal. Héctor Hidalgo, Director del Laboratorio de Patología Aviar de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y académico de Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias.

productos descartados en las industrias lácteas y/o pesquera, para luego esterilizar esta mezcla y agregar diversos microorganismos fermentativos, someter a secado y finalmente molienda, para obtener un alimento en polvo.

El carbonato de calcio es un producto que proviene de la cáscara del huevo (Figura 2G), y al ser el producto que más se desecha, se aumentan los esfuerzos por generar productos en base a ese componente. El carbonato de calcio es ampliamente usado en suplementos alimenticios (Castañeda y Stechina, 2013), también puede utilizarse como catalizador para generar lactulosa, mediante un proceso térmico (70°C por 36 horas), con productos de descarte de la industria quesera (Del Castillo *et al.*, 2003). Además con sólo el hecho de triturarlo, las cáscaras se pueden utilizar como helicida y fertilizante de plantas (Martinez, 2008; Wang, 2014). Otros usos descritos del carbonato de calcio es como neutralizante para corregir la acidez de algunos alimentos, y como potenciador del color y sabor en alimentos (González y Yañez, 2009). También se ha descrito el uso de la cáscara de huevo como cicatrizante de heridas, el que puede usarse en polvo con o sin adición de las membranas de la cáscara, el que facilita la reparación del tejido disminuyendo los tiempos de cicatrización (Balassa, 1971).

Por otra parte, la cáscara también contiene membranas, las cuales se componen principalmente de glicoproteínas (Rose-Martel *et al.*, 2012). A partir de éstas también es posible obtener algunos productos. Por ejemplo, las membranas se pueden someter a secado y luego pulverizar para generar un polvo, del cual se obtienen productos que contiene hexosamina, condritín sulfato, ácido hialurónico y colágeno que tienen la capacidad de ayudar en el tratamiento de la diabetes mellitus (Tabla 3). Este producto clasificado como un nutraceutico, puede presentarse en forma de cápsulas, pastillas, polvo o líquido y tiene la capacidad de disminuir la glicemia entre 5 a 20 mg/dL (Ruff, 2010). Además que tanto el condritín sulfato como el ácido hialurónico (Tabla 3) son productos ampliamente utilizados en enfermedades articulares, ya que tiene la capacidad de inhibir ciertas metaloproteinasas, disminuyendo la progresión de las enfermedades degenerativas articulares, permitiendo una mejor movilidad y reducción de los dolores (Monfort *et al.*, 2005).

Existen otros productos descritos que si bien no son utilizados directamente para la alimentación, son novedosos y podrían implementarse en un futuro. Estos son el biogás y

los bioplásticos (Tabla 3) (Buttchereit, 2000; Jerez *et al.*, 2006). El biogás (Tabla 3) es utilizado en Alemania y lo novedoso es que se mezclan varios productos de descarte de la industria de los huevos como son la clara, yema, cáscara y los cartones para su transporte, los que luego son triturados y llevados a una planta de biogás (Buttchereit, 2000). Por otro lado, está el bioplástico que mezcla proteínas de la clara o de la yema con un plastificante y se realiza un proceso termomecánico para obtener un plástico transparente que puede ser utilizado en la producción de plásticos biodegradables para envasado (bolsas de supermercado por ejemplo), en la fabricación de películas biodegradables, adhesivos, o fabricación de piezas plásticas de uso general (Jerez *et al.*, 2006). Si bien no es un producto patentado existe un estudio realizado por Krithiga y Sastry (2011) en que desarrollaron una matriz ósea basada en carbonato de calcio de la cáscara de huevo, la cual se purificó y luego se pulverizó hasta tener un tamaño de partícula de 5-50 μm , y se le adicionó ceniza de hueso y gelatina.

Tabla 3. Productos en base a huevo de descarte.

Fuente	Producto obtenido	Producto final	Proceso tecnológico
Liot (1999)	- Huevo líquido	- Huevo líquido	1) Rotura y almacenaje
	- Clara líquida	- Clara líquida	2) Lavado y homogenización
	- Yema líquida	- Yema líquida	3) Pasteurización 4) Refrigeración
Huang (2009)	- Huevo en polvo	- Huevo en polvo	1) Rotura
	- Clara en polvo	- Clara en polvo	2) Secado por pulverización
	- Yema en polvo	- Yema en polvo	
Callejas <i>et al.</i> (2012)	Huevo coagulado	Producto coagulado alto en proteínas para alimentación animal	1) Rotura 2) Acidificación 3) aplicar temperatura
Fuente	Producto obtenido	Producto final	Proceso tecnológico
Lee (2015)	Mezcla de productos	Alimento para	1) Mezclado

	de industria avícola	animales	2) Hidratación 3) Esterilización 4) microorganismos fermentativos
Ruff (2010)	Membranas en polvo	Nutracéuticos (capsulas o tabletas) o membranas en polvo con función antidiabética	1) Secado 2) Pulverización 3) Aislado, extracto y/o hidrólisis
Martinez (2008)	Harina de cáscara	Helícida ecológico	1) Trituración
Krithiga y Sastry (2011)	Carbonato de calcio	Injerto óseo	1) Purificación 2) Pulverización 3) Adición de otros componentes
Del Castillo <i>et al.</i> (2003)	Carbonato de calcio (catalizador)	Lactulosa	1) Higienización 2) Pulverización 3) Solución acuosa de lactosa 4) Tratamiento térmico 5) Filtración
Balassa (1971)	Carbonato de calcio	Cicatrizante	1) Higienización y separación de membranas 2) Pulverización
Wang (2014)	Harina de cáscara	Fertilizante de arboles	1) Pulverización
Jerez <i>et al.</i> (2006)	Proteínas de la clara o yema	Bioplásticos	1) Rotura y Separación 2) Mezclar proteínas de huevo con plastificante
Buttchereit (2000)	Mezcla de productos de industria avícola	Biogás	1)Trituración 2)Planta de biogás



Figura 2. Productos en base a huevo de descarte presentes en el mercado. A) yema líquida, B) clara líquida, C) huevo entero líquido pasteurizado, D) huevo entero en polvo, E) albumina en polvo, F) yema en polvo, y G) carbonato de calcio en base a cáscara de huevo.

El huevo como alimento funcional

El huevo es un alimento que contiene una gran cantidad de componentes funcionales presentes principalmente en clara, yema o las membranas de la cáscara. Esta característica ha permitido una amplia investigación en este tema y la extracción y caracterización de compuestos funcionales desde los huevos, llegando a ser una opción viable para la reutilización de huevos de descarte. Sin embargo, es importante destacar que la obtención de compuestos funcionales desde los huevos requiere del uso de tecnologías y equipos

costosos, para su elaboración y caracterización, además de los volúmenes a procesar, por tanto podría ser una alternativa para la industria, pero difícilmente para productores.

El huevo es considerado como un alimento funcional con la capacidad de reducir el riesgo de diversas enfermedades crónicas, debido a algunos compuestos que posee de forma natural (Kovacs-Nolan *et al.*, 2005). Los componentes funcionales del huevo se extraen principalmente desde la clara y son péptidos bioactivos. En segundo lugar desde la yema y están constituidos por péptidos, pigmentos liposolubles y fosfolípidos, y finalmente desde la cáscara y son péptidos obtenidos desde la cutícula.

Las principales formas de extracción de los péptidos obtenidos desde clara, yema y cutícula, consisten en una primera fase de concentrar las proteínas mediante extracciones que las hagan solubles. Para esto es necesario conocer el punto isoeléctrico de las proteínas (Omana *et al.*, 2010). Luego, se pueden aislar las proteínas mediante precipitación, obteniendo aislados o concentrados proteicos que se pueden someter a liofilización para obtener un producto en polvo más estable a su almacenamiento (Seiko y Yamamoto 1994). La liofilización es un proceso de secado por sublimación, que genera un producto con baja humedad y larga vida útil, que retiene la mayoría de las propiedades físico-químicas de las proteínas (Díaz, 2007). Para obtener los péptidos, los aislados o concentrados proteicos se someten a hidrólisis, proceso que utiliza distintas enzimas (alcalasa, preteasas, pepsina, ponazas, tripsina, quimiotripsinas, peptidasas, u otras). Después de éste paso, se obtienen diversos péptidos con diferente grado de polimerización (Benítez *et al.*, 2008).

La clara también presenta una gran cantidad de elementos funcionales, dentro de los cuales destacan la ovotransferrina y péptidos derivados de esta, con propiedades antibacterianas (Arzeni, 2014), anticancerígenas (Abeyrathne *et al.*, 2015), antihipertensivas (Liu *et al.*, 2010). Otro componente funcional presente en la clara es la ovoalbúmina y sus péptidos derivados, con funciones inmunomoduladoras (Fan *et al.*, 2003), antioxidantes (Nimalaratne *et al.*, 2015; Dávalos *et al.*, 2004), y antihipertensivos (Dávalos *et al.*, 2004). También se menciona la cistatina, otro péptido, con funciones antifúngicas (Kolaczowska *et al.*, 2010), antibacterianas (Wesierska *et al.*, 2005), antivirales (Ebina y Tsukada, 1991),

inmunomoduladoras (Kato *et al.*, 2000), e inhibidor de la resorción ósea (Brand *et al.*, 2004).

La yema contiene inmunoglobulinas (IgY) que tienen acción antiviral y antibacteriana (Kovacs-Nolan y Mine, 2004), sialyl-oligosacáridos con propiedades antiadhesivas y antimicrobianas (Sinclair *et al.*, 2008), y pigmentos como los carotenoides, con propiedades antioxidantes (Fiedor y Burda, 2014). Dentro de los carotenoides los más abundantes son la luteína y zeaxantina (Nolan *et al.*, 2015). Como funciones específicas por su capacidad antioxidante se ha descrito la inhibición de la apoptosis neuronal (Nataraj *et al.*, 2016) y acción anticancerígena (Mares-Perlman *et al.*, 2002). La esfingomielina y fosfatidilcolina son fosfolípidos presentes en la yema que tienen la capacidad de reducir la absorción de colesterol a nivel intestinal (Andersen, 2015). Además la fosfatidilcolina funciona como antiinflamatorio (Treede *et al.*, 2007) y previene la arterosclerosis (Kim *et al.*, 2011). Los lípidos neutros de la yema (triglicéridos, ceras, pigmentos, etc.) se pueden extraer utilizando éter etílico, cloroformo, benceno, u otros solventes orgánicos, los que se unen a los lípidos y posterior a un centrifugado se separan del resto de los componentes no deseados. Posteriormente se debe extraer el compuesto utilizado por evaporación (Cassey *et al.*, 2007; Palacios *et al.*, 2005).

En la cáscara, los componentes funcionales se encuentran en la cutícula, destacando dos proteínas: inhibidor de la proteasa tipo “Kunitz” y ovocalyxin-36, los cuales tienen una excelente actividad antimicrobiana (Rose-Martel *et al.*, 2012).

La Tabla 4 presenta los componentes funcionales del huevo anteriormente mencionados, agrupándolos según parte del huevo y especificando el componente funcional y su respectiva función en el organismo.

Tabla 4. Componentes funcionales presentes en el huevo y sus funciones en el organismo.

Componente funcional	Funciones
Clara	
Ovotransferrina	¹ Antibacteriana y ² anticancerígeno.
Péptido de ovotransferrina: RVPSL	³ Reducir la presión arterial.
Péptidos de ovotransferrina RVPSLM y TPSPR	⁴ Antidiabético: inhibidores de α -glucosidasa.
Péptido de ovotransferrina: IRW	⁵ Antiinflamatorio y antioxidante.
Ovoalbúmina	⁶ Antibacteriana y ⁷ inmunomoduladoras
Péptidos de ovoalbúmina AEERYP y DEDTQAMP	⁸ Antioxidante.
Péptidos de ovoalbúmina YAEERYPIL	⁹ Antihipertensivo y antioxidante.
Ovomucina	¹⁰ Antiviral, ¹¹ antiadhesiva bacteriana y ¹² anticancerígena.
Lisozima	¹ Antibacteriana y ¹³ anticancerígena.
Péptidos de lisozima	¹⁴ Antihipertensivo.
Avidina	¹⁵ Antibacteriana y ¹⁶ ligando bioespecífico.
Cistatina	¹⁷ Antifúngico, ¹⁸ antibacteriano, ¹⁹ antiviral, ²⁰ inmunomodulador y ²¹ inhibición de resorción ósea.
Péptido de cistatina	¹⁴ Antihipertensivo
Péptido de cistatina: PVDENDEG	⁸ Antioxidante
Ovomacroglobulinas	²² Reparación de heridas, inhibición de proteasas y ²³ antibacteriana.
Ovoinhibidor	²⁴ inhibición de proteasas y ¹⁹ antiviral.
Ovomucoide	²⁵ Actividad antioxidante, quelante de hierro y cobre, antihipertensivo, inhibición de proteasas, ²⁶ inmunomodulador y ²⁷ ligando bioespecífico.

Yema	
Ovoinhibidor	²⁸ Antibacteriano e inhibición de proteasas.
IgY	²⁹ Antibacteriano y antiviral.
Lipoproteínas WSPF	³⁰ Antibacteriano.
Fracciones peptídicas lipídicas bajas	³¹ Inmunoestimulante.
Fosvitina	³² Antibacteriano y antifúngico.
Sialiloligosacáridos	³³ Antiadesivo.
Carotenoides	³⁴ Antioxidante.
Luteína y zeaxantina	³⁵ Antioxidante, ³⁶ mejora visual, ³⁷ inhibición de apoptosis neuronal y ³⁸ anticancerígeno.
Luteína	⁴⁰ Inmunomodulador.
Fosfatidilcolina y esfingomielina	⁴¹ Reducir absorción intestinal de colesterol.
Fosfatidilcolina	⁴² Antiinflamatorio y ⁴³ prevención arterosclerosis.
Colesterol	⁴⁴ Inmunoestimulador.
Ácidos grasos	⁴⁵ Antibacteriano
Cáscara	
Cutícula: Proteasa tipo Kunitz	⁴⁶ Antimicrobiano
Cutícula: Ovocalyxin-36	⁴⁷ Antibacteriano
Cutícula	⁴⁸ Antidiabético

¹Arzeni, 2014. ²Lee *et al.*, 2015. ³Liu *et al.*, 2010. ⁴Yu *et al.*, 2011. ⁵Huang *et al.*, 2010. ⁶Pellegrini *et al.*, 2004. ⁷Fan *et al.*, 2003. ⁸Nimalaratne *et al.*, 2015. ⁹Davalos *et al.*, 2004. ¹⁰Watanabe *et al.*, 1998 a. ¹¹Kobayashi *et al.*, 2004. ¹²Watanabe *et al.*, 1998 b. ¹³Pacor *et al.*, 1999. ¹⁴Pokora *et al.*, 2014. ¹⁵Kovacs-Nolan *et al.*, 2005. ¹⁶Hytönen *et al.*, 2003. ¹⁷Kolaczowska *et al.*, 2010. ¹⁸Wesierska *et al.*, 2005. ¹⁹Ebina y Tsukada, 1991. ²⁰Kato *et al.*, 2000 ²¹Brand *et al.*, 2004. ²²Gen *et al.*, 2016. ²³Maruo *et al.*, 1998. ²⁴Begun *et al.*, 2003. ²⁵Abeyrathne *et al.*, 2015. ²⁶Holen *et al.*, 2001. ²⁷Plate *et al.*, 2002. ²⁸Bourin *et al.*, 2011. ²⁹Kovacs-Nolan y Mina, 2004. ³⁰Brady *et al.*, 2002. ³¹Nelson *et al.*, 2007. ³²Choi *et al.*, 2004. ³³Sinclair *et al.*, 2008. ³⁴Fiedor y Burda, 2014. ³⁵Ma *et al.*, 2012. ³⁶Nolan *et al.*, 2015. ³⁷Nataraj *et al.*, 2016. ³⁸Mares-Perlman *et al.*, 2002. ⁴⁰Hughes *et al.*, 2000. ⁴¹Andersen, 2015. ⁴²Treede *et al.*, 2007. ⁴³Kim *et al.*, 2011. ⁴⁴Surls *et al.*, 2012. ⁴⁵Brady *et al.*, 2003. ⁴⁶Rose-Martel *et al.*, 2012. ⁴⁷Cordeiro *et al.*, 2013. ⁴⁸Ruff, 2010. Abreviaciones: RVPSL: péptido proveniente de ovotransferrina Arg-Val-Pro-Ser-Leu. RVPSLM: péptido proveniente de ovotransferrina. TPSPR: péptido proveniente de ovotransferrina. IRW: péptido proveniente de ovotransferrina Ile-Arg-Trp. AEERYP: péptido proveniente de ovoalbúmina Ala-Glu-Glu-Arg-Tyr-Pro. DEDTQAMP: péptido proveniente de ovoalbúmina Asp-Glu-Asp-Thr-Gln-Ala-Met-Pro. YAEERYPIL: péptido proveniente de ovoalbúmina Tyr-Ala-Glu-Glu-Arg-Tyr-Pro-Ile-Leu. PVDENDEG: péptido proveniente de cistatina Pro-Val-Asp-Glu-Asn-Asp-Glu-Gly. WSPF: fracción proteica soluble en agua.

En la Figura 3 se presentan de forma resumida las principales características funcionales presentes en el huevo. Como se describió anteriormente la clara es la parte del huevo que aportaría más beneficios para salud, destacando su acción antimicrobiana, antidiabética, antihipertensivo y su acción antioxidante (Kovacs-Nolan *et al.*, 2005). La yema por otro lado tiene como principales funciones la antimicrobiana y antioxidante (Kovacs-Nolan *et al.*, 2005). Finalmente la cutícula funciona como antimicrobiano (Rose-Martel *et al.*, 2012.)

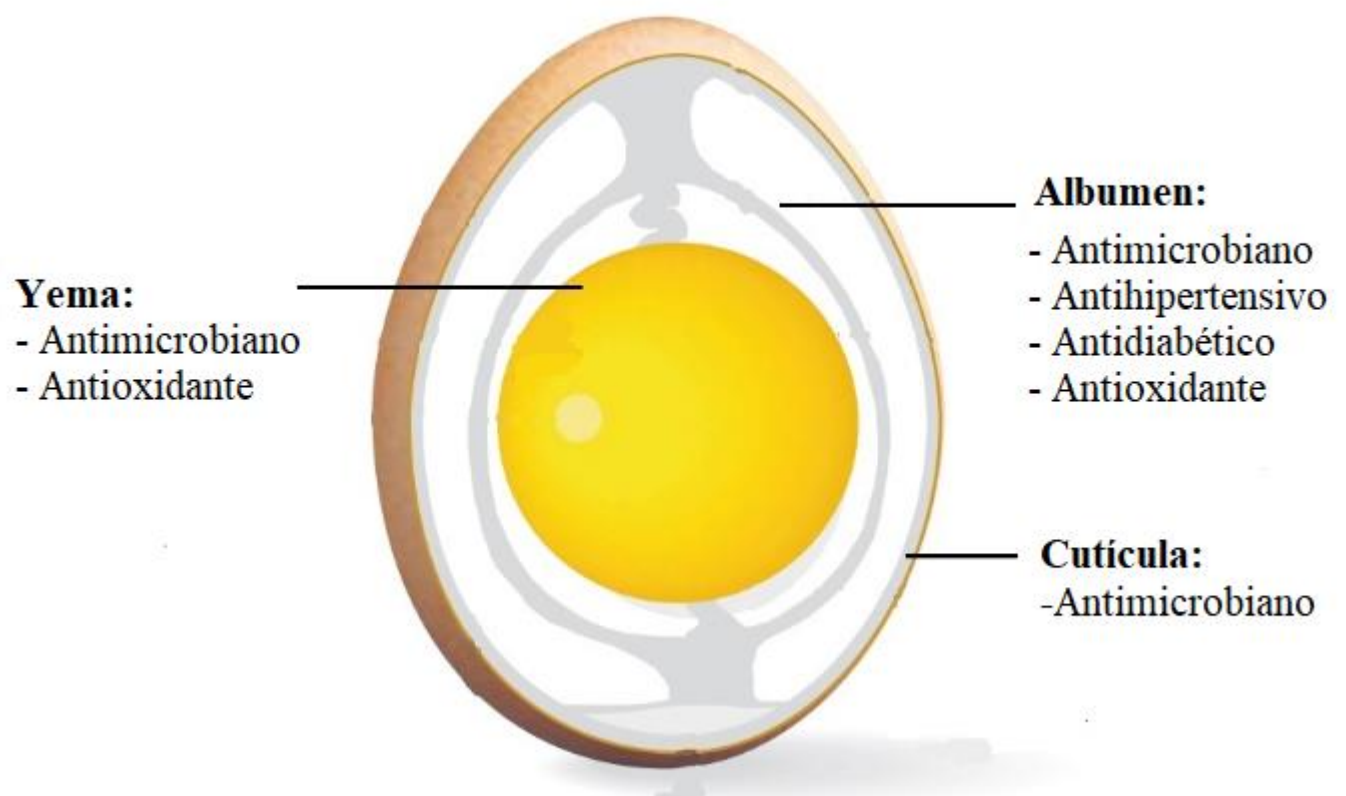


Figura 3. Principales características funcionales presentes en el huevo.

Existen productos en base a huevo con características funcionales como el descrito por Ruff (2010) basado en las membranas de la cáscara, el cual es un producto nutracéutico con función antidiabética. También se encuentran en el mercado productos con características inmunomoduladoras como Transfer Factor® el cual está constituido por péptidos de yema

de huevo; RioVida® que contiene yema de huevo y se le describe una alta capacidad antioxidante. Arthobon® y Ovomet® son otros productos presentes en el mercado, indicados para problemas osteoarticulares, ambos contienen membranas de cáscara de huevo. Ovoderma® es un producto que describe un mejoramiento en el estado de salud de la piel, y sus componentes son membranas y cáscara de huevo.

Sugerencias de reutilización de productos de descarte del huevo según sector productivo.

Debido a que esta monografía tiene su génesis en una necesidad del sector productivo, se realizaron sugerencias de reutilización del producto que tiene el mayor índice de descarte. Estas sugerencias se basaron en los siguientes criterios:

- Análisis del sector avícola nacional.
- Selección de subproducto con el mayor índice de descarte.
- Procesos realizados y equipos utilizados para la re-utilización.

Análisis del sector avícola en Chile

Los productores de huevos en Chile son alrededor de 130 (ODEPA, 2018). ODEPA actualmente clasifica a los productores según la cantidad de aves que ellos poseen, en pequeños, medianos y grandes (Tabla 5). Los grandes productores representan el 5% del total de productores y generan cerca del 46% de la producción nacional. El segundo grupo, son los medianos productores que representan el 17% del total de productores y generan el 35%. Finalmente encontramos un tercer grupo, compuesto por pequeños productores, los cuales representan el 78% de los productores del país y aportan un 19% en la producción nacional (ODEPA, 2018).

Basado en los datos anteriormente descritos de pérdidas de huevos en la cadena productiva, se realizó una estimación de la cantidad de huevo de descarte producido, según el nivel productivo. En una primera instancia se calculó la cantidad de huevos producidos al día por gallina (Tabla 5), esto se realizó con los datos proporcionados por ODEPA (2018), que indican que en un periodo de 88 semanas una gallina es capaz de producir 440 huevos. Por lo tanto, la capacidad de producción de huevos de una gallina en las condiciones de cría en

Chile es de 0,7 huevo/día. Además se calcularon las pérdidas obtenidas a nivel de granja, según los distintos tipos de productores (Tabla 5). Para este cálculo se utilizó el promedio de pérdidas de huevos en la granja determinado en el objetivo 1 de la presente monografía, de 2,8%.

Tabla 5. Tipos de productores avícolas en Chile.

Tipo de productor	N° aves	Huevos/día	Huevos de descarte/día*
Pequeño	<50.000	<35.000	<980
Mediano	50.000-200.000	35.000 - 140.000	980-3.920
Grande	> 200.000	> 140.000	>3.920

* Valor estimado de pérdida usando un porcentaje de pérdida de 2,8%, el cual sólo representa las pérdidas a nivel de granja.

Selección del subproducto

Por los antecedentes descritos anteriormente y proporcionados por diversos productores a nivel nacional (Tabla 2), la cáscara es el componente del huevo que tiene el menor uso y prácticamente es desechada en la mayoría de los casos. A partir de la cáscara se pueden extraer dos productos, el carbonato de calcio y las membranas. En la presente revisión se abordará como principal producto de descarte que podría re-utilizarse el carbonato de calcio, ya que es el componente más abundante, que representa el 93,6% del total de la cáscara (Alais y Linden, 1990). El carbonato de calcio es utilizado para la formulación de diversos productos como: cauchos, pinturas, industria farmacéutica, alimentación animal, uso agrícola, entre otros (International Plant Nutrition Institute, 2018). Actualmente a nivel nacional el carbonato de calcio usado en Chile proviene de la minería. Sin embargo, el carbonato de calcio de la cáscara de huevo es desechado completamente y tiene el potencial para usarse en la elaboración de estos productos. Además ya existen productos patentados internacionalmente que son producidos en base a cáscara de huevo (Tabla 3).

Para poder re-utilizar este producto, se debe tener en cuenta que se pueden extraer 5g de carbonato de calcio por huevo (peso promedio 60g). Con este dato y los obtenidos en el

análisis del sector (Tabla 5), se estimó la cantidad de carbonato de calcio que puede ser obtenido según los diferentes tipos de productores de Chile son: pequeño: <4,9 kg/día, mediano: 4,9- 19,6 kg/día y grande:> 19,6 kg/día. Además, Chile destina el 8% de la producción nacional a generar huevos procesados, utilizando 1.599.120.000 huevos al año para este propósito, donde se generaría una cantidad aproximada de 800 ton de carbonato de calcio al año. El valor del carbonato de calcio varía entre \$US 0,5 a 1,5 dependiendo de la pureza y el tipo de uso (médico, farmacéutico, alimentación animal e industrial, debido a los estándares de seguridad correspondientes)⁶. Por lo tanto, un pequeño productor tiene la capacidad de producir 1.789 kg de carbonato de calcio al año, que representan US\$ 2.684. Un productor grande tiene la capacidad de producir 7.154 kg de carbonato de calcio, que representan US\$ 10.731 anuales.

Procesos y equipos utilizados para reutilización de la cáscara.

Teniendo en cuenta los valores de producción, también se debe considerar los equipos, insumos y procesos para poder generar carbonato de calcio. A continuación, se describen los procesos básicos para poder generar este producto (Balassa, 1971; Neuhauser, 1965):

1) Higienización y separación: Esta etapa se puede realizar de diversas maneras dividiéndose en métodos mecánicos y métodos químicos.

- a) Métodos mecánicos: Se puede utilizar soluciones salinas isotónicas para remover las membranas manualmente, luego se aplica agua destilada y finalmente se dejan secar a temperatura ambiente con una atmosfera estéril. Existe además, una variación del método mencionado en la cual se sumerge en isopropanol antes de dejar secando a temperatura ambiente. Otro método manual es cocer los huevos y remover manualmente la cáscara.
- b) Métodos químicos: Estos tiene que ver con la aplicación de algún producto ácido (cloruro de hidrógeno, ácido fórmico, ácido acético, ácido láctico o ácido propiónico), durante un periodo de tiempo. Luego se puede aplicar agua a

⁶ Comunicación personal. COPRIN S.A Comercial de Productos Industriales

contracorriente para optimizar el proceso de separación de las membranas.

Finalmente se realiza una decantación por 4 horas para obtener el producto.

2) Pulverización: Las cáscaras de huevo secas se colocan en un molino de bolas hasta obtener un tamaño de partícula entre 40 y 70 micras.

Cabe resaltar que la gran desventaja que tiene la reutilización de la cáscara es el corto período de tiempo para remover los residuos de clara, ya que si no es removida en su totalidad, el producto es altamente propenso a la descomposición no pudiendo reutilizarse⁷.

⁷ Comunicación personal. Héctor Hidalgo, Director del Laboratorio de Patología Aviar de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y académico de Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias.

CONCLUSIONES

Del presente estudio se puede concluir que las pérdidas de huevos promediaron a nivel de granja un 2,8% y a nivel de comercio un 3,1%. Además, se demostró que el conocimiento de los productores sobre productos en base a huevo de descarte es mínimo, ya que un 60% afirmó no tener conocimiento. El principal uso de los huevos de descarte en Chile es en alimentación animal. Además, se produce huevo líquido pasteurizado y huevo en polvo.

Cabe resaltar que a nivel internacional existen múltiples opciones para darle una reutilización a los huevos de descarte, los cuales tienen diversas aplicaciones en distintos ámbitos productivos, y también se obtienen a partir de éstos componentes funcionales con diversas funciones orgánicas.

En Chile, la cáscara no se reutiliza y es desechada totalmente, sin embargo, de ésta se puede extraer carbonato de calcio con procedimientos básicos y accesibles para cualquier nivel productivo.

Adicional a esto conspira contra este propósito la disponibilidad de huevos de descarte para montar un protocolo de extracción comercial de carbonato de calcio.

BIBLIOGRAFÍA

- **ABEYRATHNE, E.; LEE, H.; JO, C.; SUH, J. W.; AHN, D.** 2015. Enzymatic hydrolysis of ovomucoid and the functional properties of its hydrolysates. *Int. J. Poult. Sci.* 94(9): 2280-2287.
- **ALAIS, C.; LINDEN, C.** 1990. Manual de Bioquímica de los alimentos. Editorial Masson. Barcelona, España. 250 p.
- **ANDERSEN, C.** 2015. Bioactive egg components and inflammation. *Nutr. J.* 7(9): 7889-7913.
- **ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE INDUSTRIAS DE OVOPRODUCTOS.** 2011. Guía de buenas prácticas de higiene para la elaboración de ovoproductos (Huevo líquido pasteurizado refrigerado y huevo cocido). Gobierno de España. Madrid, España. 38 p
- **ARZENI, C.** 2014. Modificación molecular y funcional de proteínas de clara de huevo mediante ultrasonidos de alta intensidad: aplicación de esta tecnología al diseño de nanovehículos para ácido fólico. Tesis doctoral. Buenos Aires, Argentina. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 198 p.
- **BALASSA, L.** 1971. Process for using eggshell compositions for promoting wound healing. US3558771A.
- **BEGUM, S.; SAITO, A.; XU, X.; KATO, A.** 2003. Improved functional properties of the ovoinhibitor by conjugating with galactomannan. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 67(9): 1897-1902.
- **BENÍTEZ, R.; IBARZ, A.; PAGAN, J.** 2008. Hidrolizados de proteína: procesos y aplicaciones. *Acta bioquím. Clín. Latinoam.* 42(2): 227-236.
- **BRADY, D.; GAINES, S.; FENELON, L.; MCPARTLIN, J.; O'FARRELLY, C.** 2002. A Lipoprotein-derived Antimicrobial Factor from Hen-egg Yolk is Active Against Streptococcus Species. *J. Food Sci.* 67(8): 3096-3103.

- **BRADY, D.; LOWE, N.; GAINES, S.; FENELON, L.; PARTLIN, J.; O'FARRELLY, C.** 2003. Inhibition of *Streptococcus mutans* Growth by Hen Egg-derived Fatty Acids. *J. Food Sci.* 68(4): 1433-1437.
- **BRAND, H.; LERNER, U.; GRUBB, A.; BEERTSEN, W.; AMERONGEN, A.; EVERTS, V.** 2004. Family 2 cystatins inhibit osteoclast mediated bone resorption in calvarial bone explants. *Bone.* 35(3): 689-696.
- **BOURIN, M.; GAUTRON, J.; BERGES, M.; ATTUCCI, S.; LE BLAY, G.; LABAS, V.; NYS, Y.; REHAULT-GODBERT, S.** 2011. Antimicrobial potential of egg yolk ovoinhibitor, a multidomain Kazal-like inhibitor of chicken egg. *J. Agric. Food Chem.* 59(23): 12368-12374.
- **BUTTCHEREIT, K.** 2000. Conversion of egg shells, eggs and egg cartons to methane, for disposal from kitchen wastes. DE19846141A1
- **CALLEJAS, O.; VIVAS, R.; GALARZA, Z.** 2012. Procedimiento para la coagulación de huevos de desecho. ES2617828(T3).
- **CARBAJAL, A.** 2014. Hábitos de consumo de huevos, calidad nutricional y relación con la salud. Madrid, España. Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Nutrición. 29 p.
- **CASSEY, P.; EWEN, J., BOULTON, R.; KARADAS, F.; MØLLER, A.; BLACKBURN, T.** 2007. A nondestructive method for extracting maternally derived egg yolk carotenoids. *J. Field. Ornithol.* 78(3):314-321.
- **CASTAÑEDA, M.; STECHINA, D.** 2013. Alternativa ecoeficiente para el aprovechamiento de cáscara de huevo, residuo derivado de la industria de ovoproductos. **In:** XIV Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos Rosario, Argentina. 23-25 octubre de 2013. Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales. pp.1-6.
- **CHILE. MINISTERIO DE SALUD.** 2011. Decreto N° 977/96 Reglamento sanitario de los alimentos. 13 de mayo 1997.
- **CHOI, I.; JUNG, C.; SEOG, H.; CHOI, H.** 2004. Purification of phosvitin from egg yolk and determination of its physicochemical properties. *Food Sci. Biotechnol.* 13(4): 434-437.

- **CORDEIRO, C.; ESMAILI, H.; ANSAH, G.; HINCKE, M.** 2013. Ovocalyxin-36 is a pattern recognition protein in chicken eggshell membranes. *Plos One*. 8(12): e84112.
- **DAVALOS, A.; MIGUEL, M.; BARTOLOME, B.; LOPEZ, R.** 2004. Antioxidant activity of peptides derived from egg white proteins by enzymatic hydrolysis. *J. Food. Prot.* 67(9): 1939-1944.
- **DEL CASTILLO, M.; CORZO, N.; MONTILLA, A.; OLANO, A.; VILLAMIEL, M.** 2003. Obtencion de lactulosa por isomerizacion de lactosa catalizada con cáscara de huevo. ES2212919B1
- **DIAZ, J.** 2007. Optimización del proceso de liofilización de huevos tamaño no comercial de gallina ponedora Leghorn Blanca Hy- Line W-98. Tesis de licenciatura en Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Zamorano, Honduras. Universidad Zamorano.
- **EBINA, T.; TSUKADA, K.** 1991. Protease Inhibitors Prevent the Development of Human Rotavirus-Induced Diarrhea in Suckling Mice. *J. Microbiol. Immunol. Infect.* 35(7): 583-588.
- **FAN, X.; SUBRAMANIAM, R.; WEISS, M.; & MONNIER, V.** 2003. Methylglyoxal–bovine serum albumin stimulates tumor necrosis factor alpha secretion in RAW 264.7 cells through activation of mitogen-activating protein kinase, nuclear factor κ B and intracellular reactive oxygen species formation. *Arch. Biochem. Biophys.* 409(2): 274-286.
- **FIEDOR, J.; BURDA, K.** 2014. Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. *Nutrients*. 6(2): 466-488.
- **GENG, F.; HUANG, X.; MA, M.** 2016. Hen egg white ovomacroglobulin promotes fibroblast migration via mediating cell adhesion and cytoskeleton. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. *J. Sci. Food Agric.* 96(9): 3188-3194.
- **GIL, P.; BARROETA, A.; GARCES, C.** 2016. El huevo como alimento funcional y sus componentes. *Albértar*. 198: 1-7.
- **GONZÁLEZ, L.; YAÑEZ, E.** 2009. Recuperando valor de la basura para competir: el desarrollo de un proyecto en el área de producción de harinas y pastas de cascarón de huevos de desecho. *R.I.I.C.O.* 3(1): 391-403

- **GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U.; VAN OTTERDIJK, R.; MEYBECK, A.** 2011 Global Food Losses and Food Waste. Food and Agriculture organization of the United Nation. Roma, Italia. 38 p.
- **HOLEN, E.; BOLANN, B.; ELSAYED, S.** 2001. Novel B and T cell epitopes of chicken ovomucoid (Gal d 1) induce T cell secretion of IL-6, IL-13, and IFN- γ . Clin. Exp. Allergy. 31(6): 952-964.
- **HUANG, W.; CHAKRABARTI, S.; MAJUMDER, K.; JIANG, Y.; DAVIDGE, S.; WU, J.** 2010. Egg-derived peptide IRW inhibits TNF- α -induced inflammatory response and oxidative stress in endothelial cells. J. Agric. Food Chem. 58(20): 10840-10846.
- **HUANG, Z.** 2009. Egg nutrient powder. CN101473960A.
- **HUGHES, D.; WRIGHT, A.; FINGLAS, P.; POLLEY, A.; BAILEY, A.; ASTLEY, S.; SOUTHON, S.** 2000. Effects of lycopene and lutein supplementation on the expression of functionally associated surface molecules on blood monocytes from healthy male nonsmokers. J. Infect. Dis. 182: S11-S15.
- **HYTÖNEN, V.; LAITINEN, O.; GRAPPUTO, A.; KETTUNEN, A.; SAVOLAINEN, J.; KALKKINEN, N.; MARTTILA, A.; NORDLUND, H.; NYHOLM, T.; PAGANELLI, T.; KULOMAA, M. S.** 2003. Characterization of poultry egg-white avidins and their potential as a tool in pretargeting cancer treatment. Biochem. J. 372(1): 219-225.
- **INSTITUTO DE ESTUDIO DEL HUEVO.** 2009. El gran libro del huevo. Editorial Evergraficas. León, España. 173 p.
- **INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE.** 2018. Carbonato de calcio (Cal). [en línea] <[https://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/0248CCB8DFC442E985257BBA0059D03A/\\$FILE/NSS-ES-18.pdf](https://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/0248CCB8DFC442E985257BBA0059D03A/$FILE/NSS-ES-18.pdf)> [consulta: 26-07-2018]
- **JEREZ, A.; PARTAL, P.; MARTINEZ, I.; GALLEGOS, C.; GERRERO, A.** 2006. Bioplastic and preparatio method thereof. WO/2006/134188A3 (ES2006/000337)

- **KATO, T.; IMATANI, T.; MIURA, T.; MINAGUCHI, K.; SAITOH, E.; OKUDA, K.** 2000. Cytokine-inducing activity of family 2 cystatins. *Biol. Chem.* 381(11): 1143-1147.
- **KIM, J.; LEITE, J.; SMYTH, J.; CLARK, R.; FERNANDEZ, M.** 2011. A lutein-enriched diet prevents cholesterol accumulation and decreases oxidized LDL and inflammatory cytokines in the aorta of guinea pigs. *J. Nutr.* 141(8). 1458-1463.
- **KOBAYASHI, K.; HATTORI, M.; HARA-KUDO, Y.; OKUBO, T.; YAMAMOTO, S.; TAKITA, T.; SUGITA-KONISHI, Y.** 2004. Glycopeptide derived from hen egg ovomucin has the ability to bind enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7. *J. Agric. Food Chem.* 52(18): 5740-5746.
- **KOLACZKOWSKA, A.; KOLACZKOWSKI, M.; SOKOLOWSKA, A.; MIECZNIKOWSKA, H.; KUBIAK, A.; ROLKA, K.; POLANOWSKI, A.** 2010. The antifungal properties of chicken egg cystatin against *Candida* yeast isolates showing different levels of azole resistance. *Mycoses.* 53(4): 314-320.
- **KOVACS-NOLAN, J.; MINE, Y.** 2004. Avian egg antibodies: basic and potential applications. *Avian Poult. Biol. Rev.* 15(1): 25-46.
- **KOVACS-NOLAN, J.; PHILLIPS, M.; MINE, Y.** 2005. Advances in the value of eggs and egg components for human health. *J. Agric. Food Chem.* 53(22): 8421-8431.
- **KRITHIGA, G.; SASTRY, T.** 2011. Preparation and characterization of a novel bone graft composite containing bone ash and egg shell powder. *Bull. Mar. Sci.* 34(1): 177-181.
- **LEE, K.** 2015. Method for producing mixed feed using waste eggs. A23K 1/10(1020140048801).
- **LIOT, M.** 1999. Procedimiento de obtencion de productos líquidos de huevo de larga conservacion. ES99403205T.
- **LIU, J.; YU, Z.; ZHAO, W.; LIN, S.; WANG, E.; ZHANG, Y.; HAO, H.; WANG, Z.; CHEN, F.** 2010. Isolation and identification of angiotensin-converting enzyme inhibitory peptides from egg white protein hydrolysates. *Food Chem.* 122(4): 1159-1163.

- **MA, L.; DOU, H.; WU, Y.; HUANG, Y.; HUANG, Y.; XU, X.; LIN, X.** (2012). Lutein and zeaxanthin intake and the risk of age-related macular degeneration: a systematic review and meta-analysis. *Br. J. Nutr.* 107(3): 350-359.
- **MARES-PERLMAN, J.; MILLEN, A.; FICEK, T.; HANKINSON, S.** 2002. The body of evidence to support a protective role for lutein and zeaxanthin in delaying chronic disease. Overview. *J. Nutr.* 132(3): 518S-524S.
- **MARUO, K.; AKAIKE, T.; ONO, T.; MAEDA, H.** 1998. Involvement of bradykinin generation in intravascular dissemination of *Vibrio vulnificus* and prevention of invasion by a bradykinin antagonist. *Infect. Immun.* 66(2): 866-869.
- **MARTINEZ, F.** Helicida ecologica. ES2328888B1
- **MONFORT, J.; NACHER, M.; MONTELL, E.; TOMAS, E.; VERGES, J.; BENITO, P.** 2005 Effect of chondroitin sulfate and hyaluronic acid (500-730 kDa) on synthesis of stromelysin (MMP-3) and MMP-1 in human chondrocyte cultures. *Reumatol. Clin.* 1(3): 150-154.
- **NATARAJ, J.; MANIVASAGAM, T.; THENMOZHI, A.; ESSA, M.** 2016. Lutein protects dopaminergic neurons against MPTP-induced apoptotic death and motor dysfunction by ameliorating mitochondrial disruption and oxidative stress. *Nutr. Neurosci.* 19(6): 237-246.
- **NELSON, R.; KATAYAMA, S.; MINE, Y.; DUARTE, J.; MATAR, C.** 2007. Immunomodulating effects of egg yolk low lipid peptic digests in a murine model. *Food Agric. Immunol.* 18(1): 1-15.
- **NEUHAUSER, I.** 1965. Assisting healing of skin-denuded areas on the body with dried non-fibrous egg-shellmembrane products and compositions therefor. US3194732A.
- **NIMALARATNE, C.; BANDARA, N.; WU, J.** 2015. Purification and characterization of antioxidant peptides from enzymatically hydrolyzed chicken egg White. *Food Chem.* 188: 467-472.
- **NOLAN, J.; LOSKUTOVA, E.; HOWARD, A.; MULCAHY, R.; MORAN, R., STACK, J.; OWENS, N.** 2015. The impact of supplemental macular carotenoids in Alzheimer's disease: a randomized clinical trial. *J. Alzheimer's Dis.* 44(4): 1157-1169.

- **ODEPA. OFICINA DE ESTUDIO Y POLITICAS AGRARIAS.** 2018. Panorama y mercado del huevo. Ministerio de agricultura. Santiago, Chile.
- **OMANA, D; WANG, J.; WU, J.** 2010. Co-extraction of egg white proteins using ion-exchange chromatography from ovomucin-removed egg whites. *J. Chromatogr. B.* 878(21): 1771-1776.
- **OMS.** 2015. Alimentación sana. [en línea] <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs394/es/>> [consulta: 26-12-2017]
- **PACOR, S.; GAGLIARDI, R.; DI, E.; VADORI, M.; SAVA, G.** 1999. In vitro down regulation of ICAM-1 and E-cadherin and in vivo reduction of lung metastases of TS/A adenocarcinoma by a lysozyme derivative. *Int. J. Mol. Med.* 4(4): 369-444.
- **PALACIOS, L.; WANG, T.** 2005. Egg-yolk lipid fractionation and lecithin characterization. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 82(8): 571-578.
- **PELLEDRINI, A.; HULSMIEIER, A.; HUNZIKER, P.; THOMAS, U.** 2004. Proteolytic fragments of ovalbumin display antimicrobial activity. *B.B.A.* 1672(2): 76-85.
- **PLATE, N.; VALUEV, I.; SYTOV, G.; VALUEV, L.** 2002. Mucoadhesive polymers with immobilized proteinase inhibitors for oral administration of protein drugs. *Biomaterials.* 23(7): 1673-1677.
- **POKORA, M.; ZAMBROWICZ, A.; DĄBROWSKA, A.; ECKERT, E.; SETNER, B.; SZOŁTYSIK, M.; ZABLOCKA, A.; POLANOWSKI, A.; TRZISKA, T.; CHRZANOWSKA, J.** 2014. An attractive way of egg white protein by-product use for producing of novel anti-hypertensive peptides *Food Chem.* 151: 500-505.
- **ROLAND, D.** 1988. Research note: egg shell problems: estimates of incidence and economic impact. *Poult. Sci.* 67(12): 1801-1803.
- **ROSE-MARTEL, M.; DU, J.; HINCKE, M.** 2012. Proteomic analysis provides new insight into the chicken eggshell cuticle. *J. Proteomics.* 75(9): 2697-2706
- **RUFF, K.** 2010. Composición que comprende membrana de cáscara de huevo en polvo para su uso en el tratamiento de la diabetes mellitus. ES2528413T3.

- **SEIKO, R.; YAMAMOTO, T.** 1994. Production of oligosaccharide containing sialic acids. JPH0899988A (JP27418494A).
- **SINCLAIR, H.; SMEJKAL, C.; GLISTER, C.; KEMP, F.; VAN DEN HEUVEL, E.; DE SLEGTE, J.; GIBSON, G.; RASTALL, R.** 2008. Sialyloligosaccharides inhibit cholera toxin binding to the GM1 receptor. *Carbohydr. Res.* 343(15): 2589-2594.
- **SURLS, J.; NAZAROV-STOICA, C.; KEHL, M.; OLSEN, C.; CASARES, S.; BRUMEANU, T.** 2012. Increased membrane cholesterol in lymphocytes diverts T-cells toward an inflammatory response. *PloS one.* 7(6): e38733.
- **TECNA.** 1982. La rotura de los huevos: causas y soluciones **In:** Producción de huevos. Real escuela de la avicultura. Barcelona, España. 215-231
- **TORDI, C.** 1979. Causas de la rotura de la cascara. *Rivista di Avicoltura*, 48(3): 33-36.
- **TREEDE, I.; BRAUN, A.; SPARLA, R.; KÜHNEL, M.; GIESE, T.; TURNER, J.; ANES, E; KULAKSIZ, H.; FÜLLEKRUG, J.; STREMMEL, W.; GRIFFITHS, G.; EHEHALT, R.** 2007. Anti-inflammatory effects of phosphatidylcholine. *J. Biol. Chem.* 282(37): 27155-27164.
- **WANG, J.** 2014. Fertilizer special for pomegranate trees and preparation method thereof. CN104098379 (104098379).
- **WATANABE, K.; TSUGE, Y.; SHIMOYAMADA, M.** 1998 a. Binding activities of pronase-treated fragments from egg white ovomucin with anti-ovomucin antibodies and Newcastle disease virus. *J. Agric. Food Chem.* 46(11): 4501-4506.
- **WATANABE, K.; TSUGE, Y.; SHIMOYAMADA, M.; OGAMA, N.; EBINA, T.** 1998 b. Antitumor effects of pronase-treated fragments, glycopeptides, from ovomucin in hen egg white in a double grafted tumor system. *J. Agric. Food Chem.* 46(8): 3033-3038.
- **WESIERSKA, E.; SALEH, Y.; TRZISZKA, T.; KOPEC, W.; SIEWINSKI, M.; KORZEKWA, K.** 2005. Antimicrobial activity of chicken egg white cystatin. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 21(1): 59-64.

- **YU, Z.; YIN, Y.; ZHAO, W.; YU, Y.; LIU, B.; LIU, J.; CHEN, F.** 2011. Novel peptides derived from egg white protein inhibiting alpha-glucosidase. *Food Chem.* 129(4): 1376-1382.