

*no/a.*

AUTOR

AÑO



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ADITIVOS NATURALES Y SINTÉTICOS EMPLEADOS POR LA INDUSTRIA  
AVÍCOLA EN AMÉRICA PARA DAR COLORACIÓN DE LA YEMA DE HUEVO.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar con el título de Médico Veterinario Zootecnista.

Profesor Guía

Martín Alonso Ortiz Vinueza

Autor

David Alexis Valdivieso Luna

Año

2020

## DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Aditivos naturales y sintéticos empleados por la industria avícola en américa para dar coloración de la yema de huevo; a través de reuniones periódicas con el estudiante David Alexis Valdivieso Luna, en el semestre 2020-20, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



---

Dr. Martín Alonso Ortiz Vinueza MSc

C.C. 601272925

## DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Aditivos naturales y sintéticos empleados por la industria avícola en américa para dar coloración de la yema de huevo; del estudiante David Alexis Valdivieso Luna, en el semestre 2020-20, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

*María José Amores*

---

Ing. María José Amores MgSc

C.C. 1711857134

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”



---

David Alexis Valdivieso Luna

C.C. 1721344685

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco de manera especial a mis padres, Edison y Alexandra por su apoyo en todo momento y porque supieron darme las palabras correctas para nunca bajar la cabeza, a mi hermano Esteban por ser mi ejemplo a seguir.

A mi abuelo René que, aunque ya no está presente físicamente nunca ha dejado de ayudarme y apoyarme para alcanzar mis metas propuestas.

A Diana, Cristina y Mauricio que han sido un apoyo fundamental en este largo y duro camino, pero lleno de satisfacciones.

A todos y cada uno de mis docentes porque no solo transmitieron su conocimiento, sino el amor a esta carrera y poco a poco forjar en mí un profesional lleno de valores

## DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a mis padres que se esforzaron mucho para que pueda alcanzar este logro, a mi abuelo que siempre me inculco valores y el amor a esta carrera.

Gracias por su apoyo, su confianza y sus consejos para seguir adelante, hoy han convertido en mí un excelente profesional y una correcta persona.

## RESUMEN

Los avicultores ven la necesidad de innovar en las opciones de pigmentantes para yemas de huevo, surgiendo el problema del presente documento: la inexistencia de una base de datos referente al uso de colorantes utilizados en aves de postura.

El objetivo de esta investigación es recopilar información respecto a la coloración de la yema de huevo en aves de postura con diferentes pigmentantes naturales y sintéticos empleados por la industria avícola en América. Para valorar la compatibilidad de los artículos con el tema se utilizó el método PRISMA con ciertos criterios de inclusión como: la selección de artículos orientados a la pigmentación de yemas de huevo para consumo humano, realizados en aves de postura, utilizando pigmentantes naturales como sintéticos y exclusivos de América. Excluyendo así cualquier artículo que no haya sido realizado en aves de postura y fuera del continente americano.

Entre los resultados obtenidos, dos son importantes de mencionar: primero, de los 12 artículos seleccionados 11 de ellos se basan en pigmentantes naturales de los cuales el pigmentante con mayor preferencia por la industria avícola, es la Espirulina, seguido del gluten de harina de maíz. Segundo, existe solamente 1 artículo publicado referente a pigmentantes sintéticos, el: 3 Nitro, el cual se encuentra con restricción desde febrero de 2014 por parte de la FDA.

Finalmente, se recopiló información acerca de los métodos de valoración del color para la yema de huevo, siendo estos los siguientes: abanico colorimétrico, reflectancia y colorímetros digitales.



## **ABSTRACT**

Poultry farmers see a need for innovation in pigment options for egg yolks, arising the problem of this document: the lack of a database regarding the use of colorants used in laying birds.

The objective of this research is to collect information regarding the coloring of the egg yolk in laying birds with different natural and synthetic pigments used by the poultry industry in America. To assess the compatibility of the articles with the topic, the PRISMA method was used with certain inclusion criteria such as: the selection of articles aimed at the pigmentation of egg yolks for human consumption, performed of laying birds, using natural pigmentants as synthetics and exclusive to America. Thus excluding any item that it has not been carried out in laying birds and outside the American continent.

Among the results obtained, two are important to mention: first, of the 12 selected articles 11 of them are based on natural pigmentants of which the most preferred pigment in the poultry industry is spirulina, followed by cornmeal gluten. Second, there is only 1 published article referring to synthetic pigmentants, the: 3 Nitro, which is has been restricted since February 2014 by the FDA.

Finally, information was collected about the methods of assessing the color for the egg yolk, these being the following: colorimetric range, reflectance and digital colorimeters.

## ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	1
1.1.1 Objetivo general	1
1.1.2 Objetivos Específicos:	1
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO:	3
2.1. Metabolismo de los Pigmentantes:	4
2.2. Carotenoides:	5
2.2.1 Clasificación de los carotenoides	6
2.3. Pigmentantes Naturales:	6
2.3.1 Betalaína:	6
2.3.2 Luteína:	7
2.3.3 Astaxantina (subproductos marinos):	7
2.4. Pigmentantes sintéticos	7
2.4.1 Cantaxantina:	7
2.4.2 Apoester:	7
2.4.3 3-Nitro-10:	7
2.5. Fuentes de Pigmentos	8
2.6. Factores que influyen sobre la pigmentación	11
2.7. Pigmentación de los tejidos:	11
2.8. Métodos de valoración de los rangos de Pigmentación	12
2.8.1 Tipos de abanicos colorímetros:	12
2.8.2 Colorímetro DSM digital:	14
2.8.3 Colorímetros de reflectancia	15
3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Delimitación geográfica:	19
3.2. Selección de base de datos:	22

3.3. Materiales:	23
3.4. Metodología:	23
3.5. Análisis crítico:	25
4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Diagrama de flujo prisma	26
4.2. Pigmentantes naturales y sintéticos usados en la industria avícola en América.	27
4.3. Base de datos de pigmentantes utilizados en América.	31
4.4. Métodos de valoración de coloración de yema	35
4.5. Limitantes:	48
5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. Conclusiones	49
5.2. Recomendaciones	50
REFERENCIAS	50
ANEXOS	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metabolismo de los pigmentantes. Adaptado de Solla, 2018 .....	5
Figura 2. Clasificación de los carotenoides. Adaptado de Carotenoides, 2012. 6	
Figura 3. Colorímetro Roche .....	13
Figura 4. Medición de color de la yema de huevo con el abanico DSM .....	14
Figura 5. Colorímetro Digital DMS, registrado como Yolkfan™ .....	15
Figura 6. Colorímetro Color Flex de Hunter lab .....	16
Figura 7. Colorímetro de reflectancia .....	17
Figura 8. Colorímetro CR300.....	18
Figura 9. Colorímetro CR400.....	18
Figura 10. Producción de huevo a nivel mundial. Adaptado de Watt, 2015.....	19
Figura 11. Diagrama de flujo prisma.....	26
Figura 12. Países de América que han realizado estudios con pigmentantes para la yema de huevo .....	27
Figura 13. Pigmentantes naturales y sintéticos utilizados en América .....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de huevos de gallina en Ecuador 2017 - 2019.....	4
Tabla 2. Producción de huevo anual (2019) en América .....	20
Tabla 3. Consumo de huevo anual (2019) en América.....	21
Tabla 4. Variables, términos y formula de búsqueda.....	23
Tabla 5. Criterios de inclusión y exclusión.....	24
Tabla 6. Pigmentantes utilizados en América.....	28
Tabla 7. Pigmentantes naturales utilizados en el continente americano a partir de 1965. ....	32
Tabla 8. Longitud de onda.....	35
Tabla 9. Estudio del pigmentante sintético .....	36
Tabla 10. Resultados de coloración obtenidos y métodos de valoración del color aplicados en los estudios analizados en América .....	36
Tabla 11. Niveles de pigmentación de yema de huevo analizado con colorímetro de Roche.....	42

## **1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

El huevo es un producto versátil para la gastronomía mundial y es uno de los alimentos derivado de animales más completos para el organismo humano debido a su alto contenido proteico (CONAVE, 2019), coincidiendo con aquello, la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador al dar a conocer que el consumo actual de huevo es de 225 per cápita al año, es decir, existe una producción diaria de al menos 10 millones de huevos y 13,5 millones de gallinas de postura aproximadamente.

En la actualidad la preferencia del cliente con respecto a productos de origen avícola, recae en el precio, la calidad de vida del animal y en su presencia visual (Alcivar. D, 2014), por ello, a la industria Avícola Ecuatoriana le es de gran importancia conocer los tipos de pigmentantes que otorgan el color de la yema de huevo requerido por los consumidores. Conociendo que en la mayor parte del mundo prefieren una yema con un tono amarillo-dorado (Yanchapanta. C. 2011) el programa de posgrado interdepartamental en ciencias nutricionales (IGPNS) de la Universidad de Wisconsin-Madison en el año 2019, menciona que las hojas de zanahoria mejoran el color y el contenido de xantofila de la yema de huevo en gallinas ponedoras, pero no son tan efectivas como la caléndula fortificante disponible comercialmente.

### **1.1 Objetivos**

#### **1.1.1 Objetivo general**

Recopilar información respecto a la coloración de la yema de huevo en aves de postura con diferentes pigmentantes naturales y sintéticos empleados por la industria avícola en América.

#### **1.1.2 Objetivos Específicos:**

- Evaluar los pigmentantes naturales o sintéticos de mayor uso en la industria avícola en América.

- Elaborar una base de datos referente a los pigmentantes naturales y sintéticos más utilizados por la industria avícola en América desde el inicio de su uso.
- Analizar los resultados de los métodos de valoración del color de la yema de huevo utilizados por la industria cuando se incorporan pigmentantes en la alimentación de aves de postura

### **1.2 Pregunta de investigación:**

¿Existe o no información respecto a la coloración de la yema de huevo en aves de postura con diferentes pigmentantes naturales y sintéticos empleados por la industria avícola en América?

## 2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO:

La avicultura en Ecuador es una actividad comercial que, dentro del contexto financiero y productivo del país, representa el sustento económico directo e indirecto de 500.000 personas a nivel nacional gracias a su alta tecnificación y rápido crecimiento. Divididas en áreas según su objetivo de producción, clasificándolas de la siguiente manera:

- **Gallinas Reproductoras:** A esta categoría se designa aves hembras a las cuales se las utilizará como progenitoras de gallinas ponedoras y de carne. La producción de huevos fértiles es el principal objetivo de este sector para ser incubados y posteriormente utilizados por la misma empresa para la venta a terceros (Cobb Vantress, 2018).
- **Pollos de carne:** El objetivo de esta categoría es la producción tanto de aves hembras como de machos con alto potencial precoz, es decir, eficiencia en la conversión alimenticia. En la actualidad los pollos de raza broiler, con el manejo adecuado y la correcta alimentación, alcanzan un peso de 2,5 Kg en apenas 6 semanas, consumiendo un aproximado de 5,5 y 6 Kg de alimento (Arbor Acres, 2009).
- **Gallinas ponedoras:** Conformada esta categoría por aves hembras destinadas a la producción de huevos de consumo. Durante la vida productiva de un ave ponedora puede llegar a producir alrededor de 320 huevos (Solla, 2015).

Según la información obtenida por Corporación Nacional de avicultores del Ecuador (CONAVE). El consumo per cápita de huevo, producción de huevos, y producción de ponedoras comerciales, ha incrementado como se puede observar en la Tabla 1 (CONAVE, 2020).



Tabla 1. *Producción de huevos de gallina en Ecuador 2017 - 2019.*

AÑO	Consumo per cápita (Kg/persona/año)	Producción (Millones de unidades)	Ponedoras (Millones)
2017	204	3.423	12.72
2018	213	3.653	13.45
2019	226	3.944	14.43

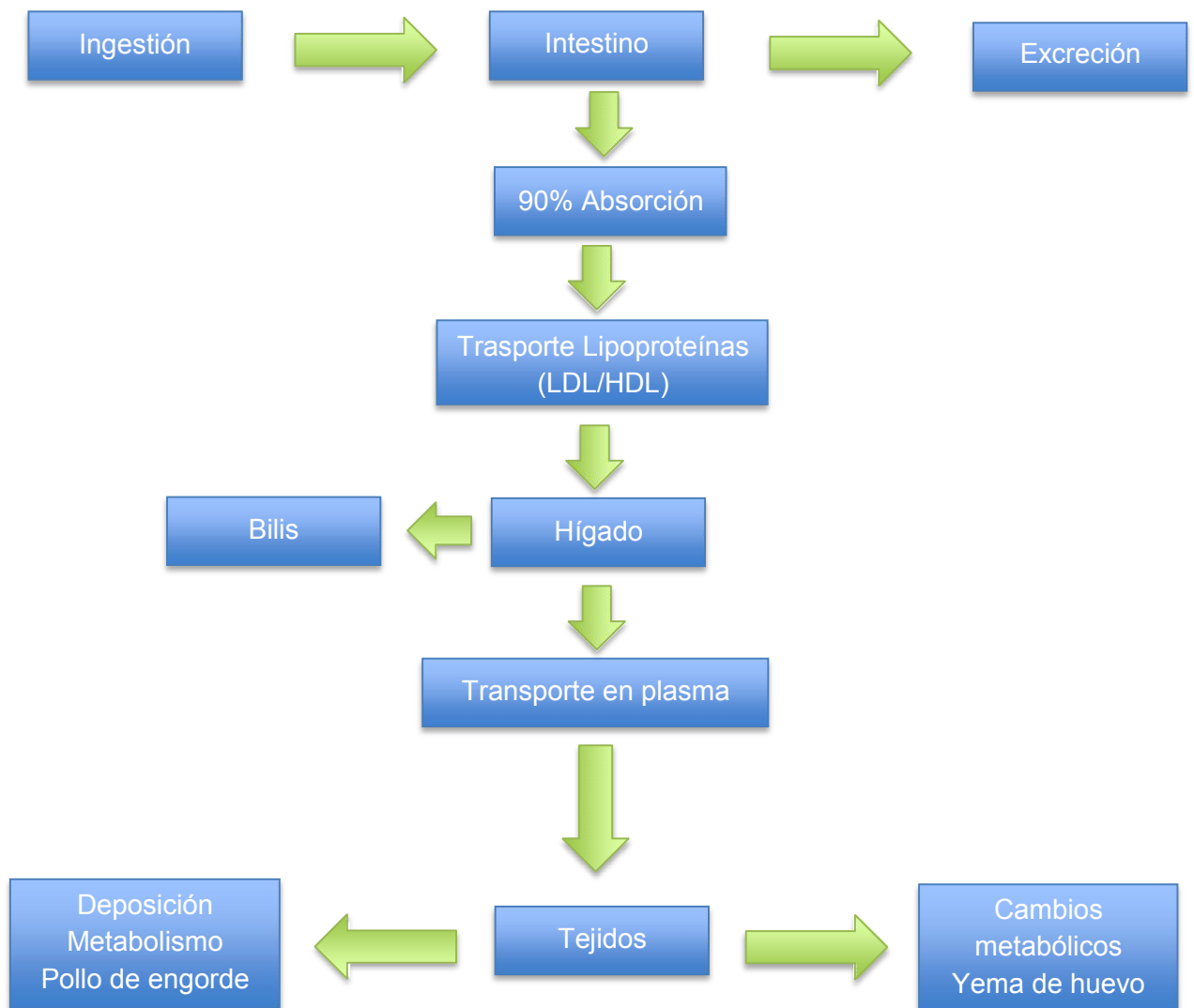
Para incrementar el consumo de huevos en Ecuador, se impulsan investigaciones enfocadas en descubrir procesos vanguardistas en las cadenas de producción, a la par de realizar esfuerzos que incentiven la comercialización de huevo, siendo así que, CONAVE junto con el Ministerio de Agricultura designaron que el tercer viernes de marzo en el calendario nacional se celebrará el “Día Nacional del Huevo de Mesa” y el primer viernes de julio, el “Día Nacional de la Carne de Pollo” (CONAVE, 2020).

### **2.1 Metabolismo de los Pigmentantes:**

Para la metabolización de los carotenoides deben pasar por los siguientes pasos:

1. Ingestión
2. Absorción en el intestino
3. Transporte por el torrente sanguíneo
4. Metabolización en el hígado
5. Deposito en piel o en yema de huevo

Cabe recalcar que los carotenoides están ligados a ácidos grasos que pasan por un proceso de saponificación para hacerse biodisponibles, ayudando a la absorción, así mismo permite la estandarización de la concentración de xantofilas para la mejor efectividad del pigmento, finalmente después de su absorción a la sangre, pueden ser reabsorbidas o al tracto intestinal donde serán excretadas. (Gamboa, 2016).



*Figura 1.* Metabolismo de los pigmentantes. Adaptado de Solla, 2018.

## 2.2 Carotenoides:

Los Carotenoides son pigmentos naturales que se encuentran en varios alimentos como: frutas, vegetales, granos, hojas, etc. Dependiendo la fuente tenemos diferente tipo de pigmentación desde rojo, naranja y amarillo, cabe recalcar que se han identificado hasta 600 diferentes tipos de carotenoides perteneciente al grupo de las xantofilas (Solla, 2018).

- **Alfa y beta carotenos:** tienen una función antioxidante, además son precursores de vitamina A.
- **Xantofilas:** La Cantaxantina, Luteína y Zeantaxina son los pigmentantes con mayor relevancia en la industria avícola. (Solla, 2018).

### 2.2.1 Clasificación de los carotenoides

Los carotenoides se dividen en 2 grupos:

- **Carotenos:** Sus anillos terminales no contienen oxígeno.
- **Xantofilas:** Sus anillos terminales si contienen oxígeno como por ejemplo la luteína (Carotenoides, 2012).

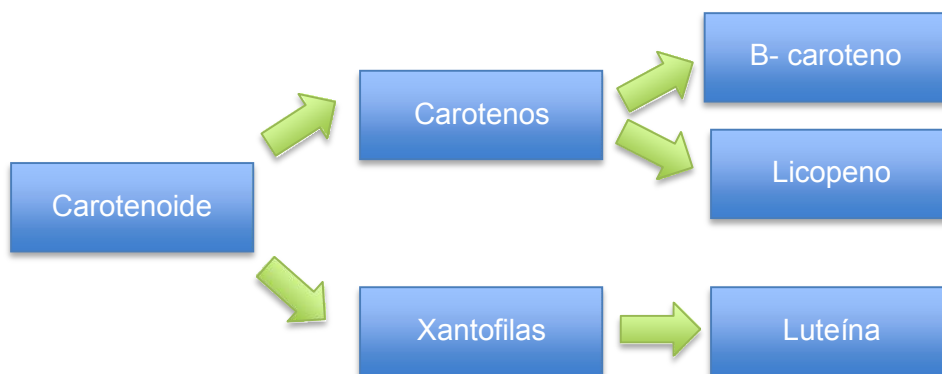


Figura 2. Clasificación de los carotenoides. Adaptado de Carotenoides, 2012.

## 2.3 Pigmentantes Naturales:

### 2.3.1 Betalaína:

La Betalaína son metabolitos secundarios nitrogenados de las plantas que actúan como pigmentos, encontrándose en la remolacha (*Beta. Vulgaris*), en la actualidad las betacianinas y las betaxantina han sido consideradas de gran interés alimentario, ya que tienen una utilidad similar a los colorantes artificiales,

es preciso señalar que la harina de remolacha se la obtiene por deshidratación y pulverización de la misma (Yanchapanta, 2011).

### **2.3.2 Luteína:**

La luteína se encuentra en el grupo de xantofilas, es decir es un pigmento amarillo encontrado en alfalfa, bacterias fotosintéticas, algas, plantas, granos de maíz, etc. (Fernández, 2014).

### **2.3.3 Astaxantina (subproductos marinos):**

La astaxantina es el pigmentante encargado de dar el color rojizo a ciertos peces, moluscos y crustáceos, dicha pigmentación es producido por varios tipos de microalgas, el cual es el alimento del zooplancton y el krill, que a su vez son el alimento preferido de ciertos peces y crustáceos los cuales almacenan el pigmento en la piel y tejido graso (López y Mach, 2012). Además de ser un poderoso antioxidante, que gracias a su condición de pigmento liposoluble se incorpora a la membrana celular y protege al organismo contra el estrés oxidativo (Domínguez, Toledano y Ávalos, 2015).

## **2.4 Pigmentantes sintéticos**

### **2.4.1 Cantaxantina:**

Es un pigmento de color rojo, compuesto por xantofilas sintéticas. (Arnaiz, 2019).

### **2.4.2 Apoester:**

Es un pigmento de color amarillo, compuesto por xantofilas sintéticas. (Arnaiz, 2019).

### **2.4.3 3-Nitro-10:**

3-Nitro-10 o roxarsona (nombre comercial) es un compuesto organoarsénico utilizado como aditivo en la alimentación de aves de corral, especialmente en

pollos de engorde, con el objetivo de aumentar el peso, mejorar la conversión alimenticia y como coccidiostato (Advacare, 2020).

Científicos de la FDA encontraron que los niveles de arsénico inorgánico en los hígados de los pollos tratados con 3-Nitro, aumentaron respecto a los niveles en el hígado de los pollos de control no tratados (FDA, 2019).

## **2.5. Fuentes de Pigmentos**

### **1. Maíz Amarillo:**

Es un alimento completo que contiene principalmente vitaminas A, B y E, así como un sinnúmero de minerales, Cabe recalcar que tiene propiedades pigmentantes gracias a las xantofilas que poseen (Baca, 2016).

### **2. Harina de gluten de maíz:**

Es un subproducto del almidón de maíz que se obtiene mediante el proceso de molienda húmeda (RFA, 2008). La harina de gluten de maíz es un alimento rico en proteínas, que contiene alrededor del 65% de proteína cruda, utilizada como fuente de proteínas, energía y pigmentos (Heuzé, Tran, Sauvant, Renaudeau, Lessire y Lebas, 2018).

### **3. Extracto de Caléndula:**

La caléndula es originaria del Mediterráneo, pero en la actualidad se encuentra en todo el mundo, el pigmento es obtenido de los pétalos de la flor (*Tagetes sp.*). Además, se sabe que la caléndula aumenta la pigmentación de las yemas de huevo en gallinas ponedoras (PoultryDVM, 2020).

### **4. Espirulina:**

Es una cianobacteria acuática filamentosa microscópica, se encuentra en lagos alcalinos cálidos en África y América Central y del Sur. La espirulina se seca y se prepara como alimento o aditivo en el alimento de animales por su propiedad pigmentante y su alto valor nutritivo (Andes Spirulina, 2020).

#### **5. Granos secos de destilería con solubles (DDGS):**

Son un excelente ingrediente de alimentación alternativa de menor costo que la industria de etanol de combustible de molienda en seco continúa produciendo en grandes cantidades. El alto contenido de energía, proteína y fósforo lo convierten en un reemplazo atractivo para algunos de los ingredientes tradicionales más caros utilizados en alimentos para animales (U.S Grains, 2010)

#### **6. Harina de alfalfa:**

Es una planta perenne leguminosa de raíces profundas (*Medicago sativa*) del suroeste de Asia que se cultiva ampliamente para heno y forraje, contiene de 400 a 500 mg/Kg/MS de Xantofilas (Romero, 2014), por ello es ocupado por granjas avícolas para mejorar tanto la capa de pollos de engorde como la pigmentación de la yema de huevo. (Alfalfa, 2020).

#### **7. Hojas de zanahoria:**

La adición de subproductos de fabricación de alimentos, incluidas las hojas de zanahoria, a la alimentación animal es un método promocionado para mejorar la nutrición animal. La capacidad de las hojas de zanahoria deshidratadas para obtener resultados favorables en la coloración de la yema y la concentración de xantofilas luteína y zeaxantina (L + Z) (Interdepartmental Graduate Program in Nutritional Sciences, 2019).

#### **8. Césped deshidratado:**

Los pastos deshidratados ofrecen un gran potencial en la industria avícola, en comparación con la harina de alfalfa deshidratada, los pastos son más ricos en vitamina A, xantofila y proteína cruda (Robbins, 1980).

#### **9. Subproductos marinos:**

Los subproductos marinos están compuestos por partes de animales o cuerpos enteros, no destinados al consumo humano, estos seguirán un tratamiento y procesamiento adecuado para ser apto para el consumo animal, ya que son una fuente de proteína, aminoácidos esenciales para animales (Toyes, 2016) y contienen astaxantina que es un pigmentante natural utilizado en la industria avícola.

#### **10. Syzygium cumini hojas:**

Es un árbol tropical y subtropical de rápido crecimiento que prefiere hábitats húmedos, contiene antocianina que son pigmentos naturales presentes en las hojas. (Mohamed y Baz, 2013).

#### **11. Harina de camarón:**

Son los desechos secos no descompuestos de camarones. Aproximadamente el 70% del total de los desembarques de camarones se convierten en desechos (Martínez, García, Guerra y Gutiérrez, 2019), siendo estos requeridos en balanceados para animales por su aporte de proteína (Intprocon, 2020).

#### **12. Harina de soja:**

Gracias a su alto aporte nutritivo y proteico la harina de soja es muy recomendada para la alimentación animal. Entre los nutrientes principales de la soja están: vitamina A, vitamina B6, vitamina B2, vitamina E, vitamina B3, carbohidratos, calcio, sodio, yodo, grasa y azúcar. (Piensos Santa Cruz, 2020).

## **2.6. Factores que influyen sobre la pigmentación**

1. Cuando el ave presenta enfermedad por ejemplo en presencia de coccidiosis, el nivel de xantofilas en sangre se reduce.
2. Los Carotenoides presentes en el plasma se reducen con la presencia de micotoxinas.
3. La vitamina E tiene efectos protectores en el tracto digestivo, mejorando la absorción de carotenoides por ende la pigmentación.
4. Las Xantofilas tienen afinidad por los lípidos, por ende, si existe un almacenamiento mayor de grasa tendrán efectos positivos en la pigmentación.
5. El calcio en niveles elevados puede alterar la eficiencia de los pigmentantes (Gamboa, 2016).

## **2.7 Pigmentación de los tejidos:**

El consumidor actual demanda huevo con yema de color amarillo intenso. Esto se logra con la adición de pigmentos en el alimento balanceado, el pigmento es almacenado en la piel, tarso, grasa, pico y yema de huevo. La xantofila es un compuesto químico presente en el maíz amarillo, es un ejemplo de lo mencionado, este pigmento es utilizado con regularidad en la avicultura para colorear la yema de huevo. Sin embargo, la concentración presente en el grano del maíz no aporta la cantidad óptima de pigmento para ser transferido a la yema, en su defecto lo que se realiza, es adicionar al alimento pigmentos sintéticos o naturales con mayor cantidad de xantofila para cumplir con dicho objetivo (Gamboa, 2016).

El 2.5% del costo de producción del quintal de alimento es representado por los pigmentos tanto naturales como sintéticos. Las xantofilas se encuentran en gran cantidad de plantas con alta capacidad pigmentante como alfalfa, maíz, cúrcuma, algas, etc. (Gamboa, 2016).



La elección del pigmentante, se da por las siguientes características:

1. Fácil absorción.
2. No se metaboliza a vitamina A.
3. De rápida acumulación en el tejido graso.

## **2.8 Métodos de valoración de los rangos de Pigmentación**

Actualmente existen varios procedimientos para realizar la evaluación de color de yemas de huevo, como los abanicos colorimétricos, colorímetros digitales y colorímetro de reflectancia (Gamboa, 2016).

### **2.8.1 Tipos de abanicos colorímetros:**

El color de los alimentos es un atributo de calidad importante. Esto se debe a que el color afecta la aceptabilidad y la percepción del consumidor por la comida e incluso la preferencia y la percepción del sabor (Lewis, 1996). El color está determinado por la absorción selectiva de diferentes cantidades de las longitudes de onda dentro de la región visible. Pueden ocurrir cambios de color durante el almacenamiento de alimentos, la maduración, el procesamiento y otros (Aznar, 2017).

- **Colorímetro Roche:**

El abanico de color Roche Yolk es ampliamente aceptado a lo largo de la cadena alimentaria como el estándar para medir el color de yema de forma rutinaria y de manera confiable. Cada aspa del abanico contiene un color que ha sido medido objetivamente y por lo tanto puede ser reproducido en la yema (Figura N°3) (Colorímetro Roche, 2020).



*Figura 3. Colorímetro Roche.*

- **Colorímetro DSM:**

El abanico DSM anteriormente conocido como abanico Roche Yolk Color Fan ofrece un medio simple, preciso y consistente para medir el color de la yema de huevo. Para garantizar una precisión óptima durante la medición, la evaluación debe realizarse contra una superficie blanca, no reflectante, para eliminar la influencia de los colores adyacentes y debe llevarse a cabo utilizando luz diurna indirecta y no luz artificial, ya que el uso de luz indirecta evita los reflejos que distraen de la superficie brillante de la yema (Proultry, 2020).

Las aspas del DSM permiten clasificar la yema de huevo en 16 colores de rango diferente, las mismas, al ser utilizada deben mantenerse inmediatamente por encima de la yema de huevo y verse verticalmente desde arriba, con los números de aspa hacia abajo y la yema colocada entre las puntas del aspa. El lector siempre debe mirar hacia el costado de la hoja sin números y mostrar el número al asistente quien será el que registre. El abanico debe cerrarse de un huevo al siguiente para garantizar la independencia de cada medición. Es importante mencionar que la evaluación de cualquier serie experimental debe ser realizada por el mismo observador capacitado. La serie debe comprender entre 4 y 15 huevos (dependiendo de la variabilidad), los mismos que deberán evaluarse individualmente (Proultry, 2020).



*Figura 4.* Medición de color de la yema de huevo con el abanico DSM.

### **2.8.2 Colorímetro DSM digital:**

El DSM digital, registrado como Yolxfan™, fue desarrollado para evaluar el color de la yema de huevo de manera objetiva. Cuenta con sensores led altamente sensibles y su propia fuente de luz, lo que significa que el color de la yema de huevo se puede medir sin ninguna interferencia de luz. Los datos obtenidos se escanean y se los puede observar al conectarse a través de Bluetooth a cualquier teléfono inteligente o tableta. Es compacto, de bolsillo y fácil de limpiar (Figura N°5) (Colorímetro Digital DMS, 2020).



Figura 5. Colorímetro Digital DMS, registrado como Yolkfan™.

### 2.8.3 Colorímetros de reflectancia

- **Colorímetro Hunter lab:**

El colorímetro proporcionado por Hunter Lab es Color Flex, el cual es un espectrofotómetro de medición de color autónomo (Figura N°6). Se utiliza en producción y en el laboratorio para inspeccionar las materias primas y evaluar el producto final. El sistema que utiliza es basado en la teoría del color oponente. Este sistema establece que las respuestas de los conos rojo, verde y azul se mezclan en los codificadores del oponente a medida que avanzan por el nervio óptico hacia el cerebro, es decir, esta teoría supone que la respuesta de los receptores de los conos es bifásica (excitatoria e inhibitoria), de tal manera que los colores opuestos (rojo contra verde, negro contra blanco y azul contra amarillo) nunca podrán percibirse juntos (Resoco, 2020).

Color Flex funciona cuando una fuente de luz crea un haz de luz que brilla a través de una muestra. Luego, el colorímetro mide la cantidad de luz transmitida o absorbida electrónicamente y proporciona datos colorimétricos como valores de tri-estímulo (XYZ, L, a, b). El diseño de la colorimetría de Tri-estímulo, se basa en identificar la cantidad de los tres colores primarios (azul, rojo y verde) en un

objeto, el cual crea un estímulo cromático a partir de la mezcla aditiva de los mismos. Los valores de tri-estímulo se utilizan para determinar la dirección y la cantidad de cualquier diferencia de color. A partir del valor triestímulo (X, Y, Z) se calculan los valores L, a, b; donde "L" indica la claridad o luminosidad, mientras que "a" y "b" las dimensiones de color opuesto (Murano, 2003). Una vez que se determina la posición L, a, b de un color estándar, se puede dibujar un cuadro de tolerancia rectangular alrededor del mismo (Resoco, 2020).



*Figura 6. Colorímetro Color Flex de Hunter lab.*

- **Colorímetro de reflectancia:**

La colorimetría de reflectancia, utiliza el fotocolorímetro de reflectancia (Figura N°7), el cual emite un haz de luz que incide sobre un objeto y registra el color que refleja. El color es detectado por medio de fotoceldas, que simulan la función de la retina del ojo humano. Se utiliza la escala L,a y b ya que se puede interpretar directamente, mientras que la X, Y y Z, requiere de un programa especializado de computadora. Tanto Color Flex como el Colorímetro de reflectancia utilizan los valores de tri-estímulo pero con la diferencia de que el primero determina la cantidad de luz absorbida por el objeto mientras que el segundo la cantidad de luz reflejada. (Murano, 2003).



*Figura 7. Colorímetro de reflectancia.*

- **Colorímetro CR-300:**

Los equipos de la serie CR de Konica Minolta son colorímetros tri-estímulo portátiles compactos y ligeros (Figura N°8) para la medición de color reflejado y diferencia de color en una amplia gama de campos industriales. (Konica Minolta, 2020).

Según la empresa Konica Minolta Sensing Americas, El colorímetro CR-300 fue discontinuado a inicios del año 2003 donde se realizó la introducción al mercado del equipo CR-400 (Konica Minolta, 2020).

El colorímetro CR 400, es un medidor que está diseñado para analizar el color de objetos, fundamentalmente en condiciones de superficies dóciles o con una variación mínima de color. El colorímetro CR 400 es un instrumento confiable y de alta precisión, que a través de fórmulas estandarizadas o personalizadas ayuda a los usuarios a reconocer la calidad del color, consistencia y apariencia de las muestras analizadas gracias a su proceso más eficiente y racionalizado. Determina más eficazmente características de color en objetos, identifica las diferencias de color y ofrece resultados de aprobación o rechazo para establecer si la muestra cumple con los estándares específicos (Konica Minolta, 2020).

Estas características hacen que el colorímetro CR 400 sea el perfecto para analizar el color de alimentos, para los materiales de construcción, plásticos (Konica Minolta, 2020).



*Figura 8.* Colorímetro CR300



*Figura 9.* Colorímetro CR400

### 3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Delimitación geográfica:

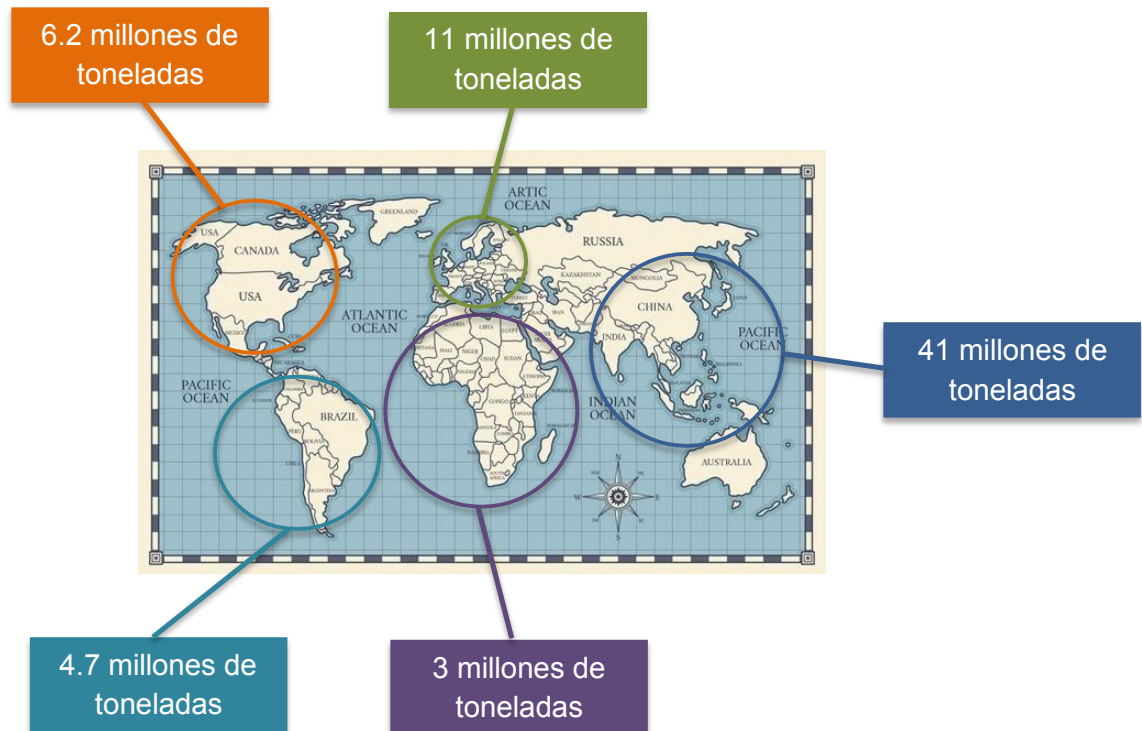


Figura 10. Producción de huevo a nivel mundial. Adaptado de Watt, 2015.

#### *América del Norte*

América del Norte, es el tercer continente más grande del mundo, se divide en tres países: Canadá, Estados Unidos de América y México. Se encuentra en su mayor parte entre el Círculo Polar Ártico y el Trópico de Cáncer. Tiene una extensión este-oeste de 5,000 millas. Cubre un área de 9,355,000 millas cuadradas (24,230,000 km cuadrados). El continente es exquisito en recursos naturales, que incluye una gran riqueza mineral, vastos bosques, inmensas cantidades de agua dulce y algunos de los suelos más fértiles del mundo. Esto ha permitido que América del Norte se convierta en una de las regiones más desarrolladas económicamente del mundo (Schaeztl, 2020).



### *América Central*

América Central, se encuentra situada entre México y América del Sur, conformado por 7 países: Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala y Belice. Se extiende en un arco de aproximadamente 1.140 millas (1.835 km) de largo desde el noroeste hasta el sureste. En su punto más angosto, el istmo tiene solo 30 millas (50 km) de ancho, y no hay lugar en América Central que esté más distante que 125 millas (200 km) del mar. Su vegetación natural es variada. Las selvas tropicales visten las laderas más bajas a lo largo de la costa del Pacífico, y los bosques de pinos y robles crecen en elevaciones más altas (Poultry World, 2019).

### *América del sur*

América del Sur se encuentra al suroeste de América del Norte y se une al mismo a través del istmo de Panamá. Drake Passage, al sur de Chile en Hornos, separa América del Sur de la Antártida. Posee un área total de aproximadamente 6,878,000 millas cuadradas (17,814,000 km cuadrados), o aproximadamente un octavo de la superficie terrestre de la Tierra. Se encuentra formado por 13 países: Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay, Brasil, Guayana, Suriname, Guayana Francesa, Bolivia y Venezuela. América del Sur tiene dos grandes sistemas montañosos. Bordeando el Océano Pacífico hacia el oeste, las cordilleras geológicamente jóvenes de los Andes se extienden a lo largo de todo el continente de norte a sur. Extendiéndose a lo largo de los lados norte y este del continente se encuentran las antiguas tierras altas de Guayana y Brasil, que son mucho más bajas en elevación y se inclinan suavemente hacia el oeste; más al sur están las mesetas de la Patagonia (Jean, Dorst, Ernst y Griffin, 2020).

A continuación, se puede observar producción de huevo en el año 2019 en América (Tabla 2) y el consumo de huevo en el año 2019 en América (Tabla 3).

Tabla 2. *Producción de huevo anual (2019) en América.*

<b>País</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>América del Norte</b>		
Canadá	822,443	(x 1,000) <sup>3</sup>
Estados Unidos	294	
México	2.85	Millones de toneladas
<b>América Central</b>		
Belice	44.6	Millones de huevos
Guatemala	296	Millones de huevos
El Salvador	1,245	Millones de Huevos
Honduras	1,367	Billones
Nicaragua	492,750	Millones de huevos
Costa Rica	118,000	Toneladas
Panamá	498	Millones de huevos
<b>América del Sur</b>		
Colombia	862.964	Toneladas
Ecuador	3.909	Millones de huevos
Perú	40.2	Miles de toneladas
Chile	4.179	Millones de huevos
Argentina	13.175.000.000	Huevos
Uruguay	3.100.000.000	Huevos

Tabla 3. *Consumo de huevo anual (2019) en América.*

<b>País</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>América del Norte</b>		
Canadá	730,220	(x 1,000)
Estados Unidos	290	Per cápita
México	2.89	Millones de toneladas
<b>América Central</b>		
Belice	44.5	Millones de huevos
Guatemala	232	Millones de huevos
El Salvador	1,202	Millones de Huevos
Honduras	1,036	Billones

Nicaragua	490,606	Millones de huevos
Costa Rica	125,550	Toneladas
Panamá	497	Millones de huevos
<b>América del Sur</b>		
Colombia	291	Toneladas
Ecuador	3.944	Millones
Perú	20	Miles de toneladas
Chile	4.176	Millones de huevos
Argentina	12.655.040.000	Huevos
Uruguay	952.000.000	Huevos

### 3.2 Selección de base de datos:

En el presente estudio inició con 5.539 artículos los cuales mediante la utilización de filtros pertinentes y los criterios de inclusión se redujeron. Además, se utilizó la base de datos Hinari y Pubmed ya que las dos cuentan con una extensa información científica.

Pubmed es una base de datos, de acceso libre que permite consultar principal y mayoritariamente los contenidos de la base de datos MEDLINE (referencia bibliográfica de un artículo científico publicado en una revista médica), cabe recalcar que PubMed se especializa en ciencias de la salud, con más de 19 millones de referencias bibliográficas (Trueba y Estrada, 2010) y Hinari es un programa desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y editoriales asociadas para las instituciones de salud de los países en desarrollo, ofreciendo revistas de ciencias biomédicas y ciencias sociales de alto impacto y de alta calidad de forma gratuita o por un precio nominal (OMS, 2010).

### 3.3 Materiales:

Los materiales que se utilizaron para la creación del presente documento son: Chescklist para Prisma versión 2009, método Prisma y un ordenador. Además de la utilización de dos software: Microsoft Excel para la realización de la base de datos, figuras, cálculos, entre otros y Microsoft Word donde se realizó la revisión sistemática.

### 3.4 Metodología:

La revisión sistemática se realizó mediante el método PRISMA, que es una guía donde se brinda información basada en evidencia, para ayudar a la valoración crítica de revisiones sistemáticas publicadas (Bonfill y Urrútia, 2011).

Se tomaron en cuenta las variables del estudio con sus respectivos términos de búsqueda y fórmulas, que se encuentran en la tabla 18.

Tabla 4. *Variables, términos y formula de búsqueda.*

Variable	Términos de búsqueda	Fórmula de búsqueda
Pigmentantes naturales y pigmentantes sintéticos	Pigments egg yolk Synthetic pigments Natural pigments	(pigments egg yolk) AND ("synthetic pigments" OR "natural pigments") AND (Egg laying birds)
Métodos de valoración	Colorimetry Reflectance Colorimeter pigment egg yolk	(colorimetry) AND ("reflectance" OR "colorimeter") AND (pigment egg yolk)

La búsqueda inició el 15 de abril de 2020, en la base de datos Hinari mediante la utilización de los términos de búsqueda los cual arrojo un total de 5.287 artículos,

posteriormente se utilizó la fórmula de búsqueda de la variable 1 lo cual redujo a un total de 85 artículos, así mismo mediante la utilización de filtros como: Animales, huevos, carotenoides, yema, beta caroteno, zeaxantina, con los cuales se obtuvo 66 artículos.

De igual manera al utilizar la fórmula de búsqueda de la variable 2 arrojó un total de 31 artículos, mediante la utilización de los mismos filtros de la variable 1 se obtuvo 17 artículos.

Por otra parte, se realizó la búsqueda en la base de datos Pubmed mediante la utilización de los términos de búsqueda de la variable 1 que arrojo un total de 253 resultados, mediante la utilización de filtros como: "Other animals" se redujo a un total de 173, cabe recalcar que no se ocupó el filtro Free full text ya que fue necesario la búsqueda total de artículos relacionados con el tema.

Una vez obtenido los artículos se establecieron los criterios de inclusión y exclusión que se encuentran en la Tabla N 5.

Tabla 5. *Criterios de inclusión y exclusión.*

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Solo artículos orientados a la pigmentación de yemas de huevo de consumo humano.	Artículos realizados fuera de América
Solo artículos realizados de aves de postura.	Artículos realizados en otro tipo de aves
Solo artículos orientados a pigmentantes naturales y sintéticos.	
Artículos realizados en América.	

Los artículos pasaron por revisión de títulos, región y resumen. Finalmente, mediante un análisis crítico con la lista de chequeo prisma que cuenta con un total de 27 puntos para la elegibilidad de los artículos de los cuales 12 quedaron seleccionados para esta revisión.

### **3.5 Análisis crítico:**

Uso del check list prisma permite descartar o seleccionar los artículos que cumplan con los criterios de elegibilidad y que serán incluidos en el documento. Cabe recalcar que no se trata de una herramienta para evaluar la calidad de las mismas (Bonfill y Urrútia, 2011).

## 4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Diagrama de flujo prisma

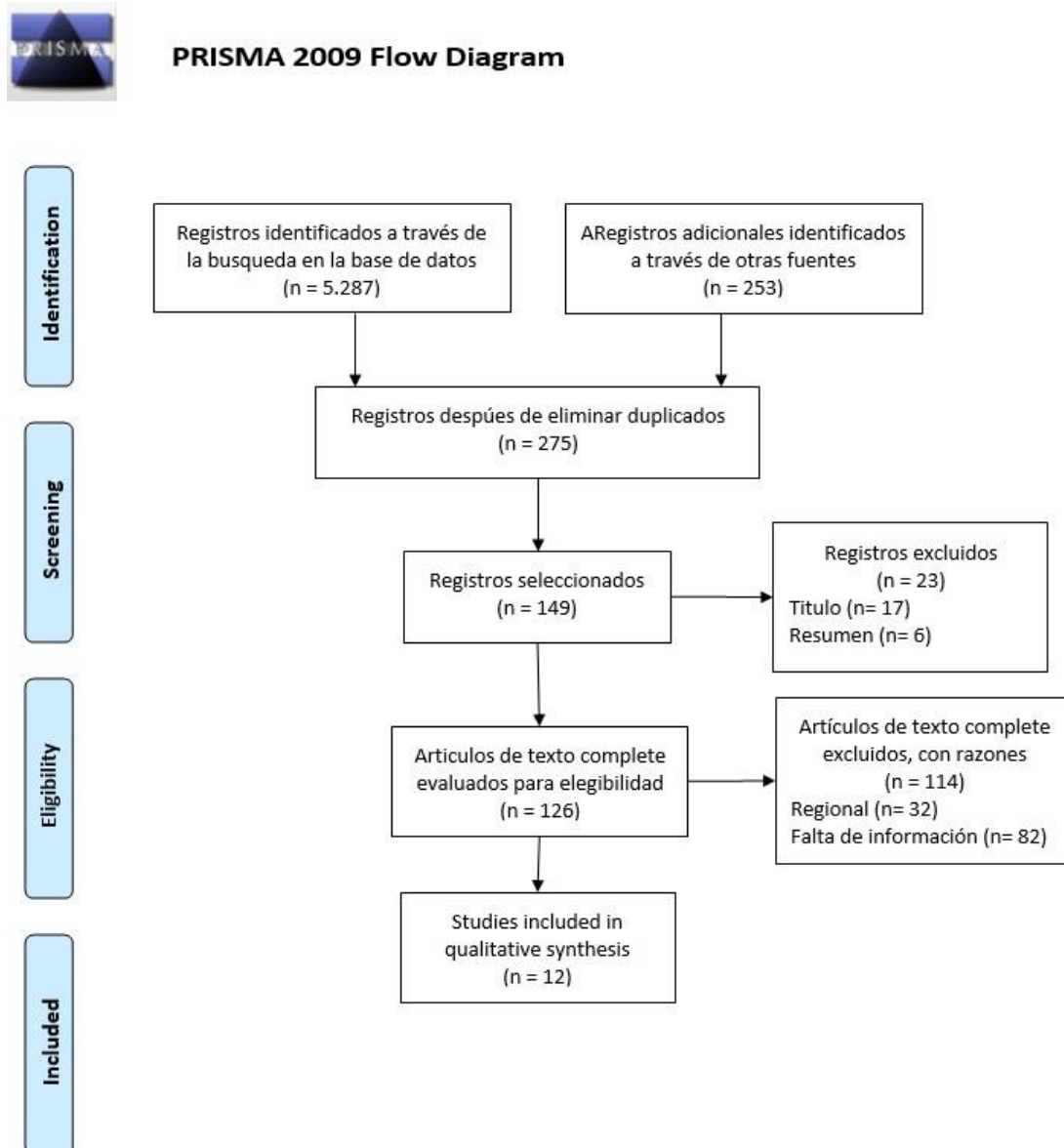
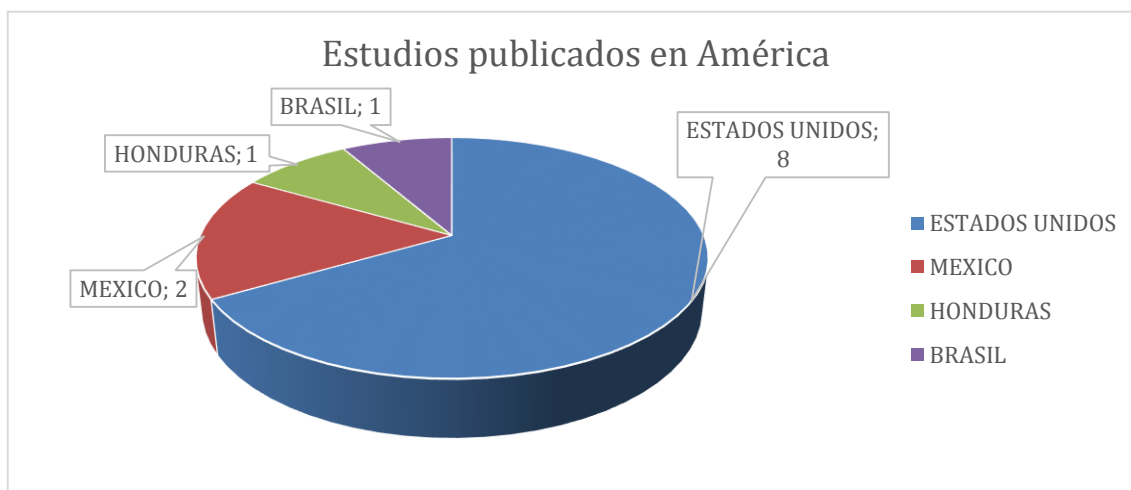


Figura 11. Diagrama de flujo prisma.

Se inició la búsqueda recolectando datos en Pubmed y Hinari lo cual nos arrojó 5.287 artículos, mediante la utilización de filtros, check list prisma, criterios de inclusión y exclusión, se escogió 12 artículos que entran en la revisión.

## 4.2 Pigmentantes naturales y sintéticos usados en la industria avícola en América.

Países donde se reportan estudios sobre el uso de pigmentantes son: Estados Unidos (8), México (2), Brasil (1) y Honduras (1) (Figura 12).



*Figura 12.* Países de América que han realizado estudios con pigmentantes para la yema de huevo

El total de pigmentantes utilizados en la industria avícola son 19, de los cuales 18 son de origen natural y 1 es sintético, como se puede observar en la tabla N 6.



Tabla 6. *Pigmentantes utilizados en América.*

<b>Pigmentante</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Autor año</b>
Espirulina.	Comparativo entre liofilizada y extruida	Ross, Puapong, Cepeda, y Patterson, 1994.
	Comparativo entre sí (0.25, 0.50, 1, 2, 4) %	Anderson, Tang, y Ross, 1991.
	Comparativo entre sí (2.5, 5, 7.5, 10) %	Bezares, Arteaga, y Avila, 1976.
Harina de gluten de maíz.	Comparado con harina de alfalfa, maíz blanco y maíz amarillo.	Nelson, 1965.
	Comparado con Césped deshidratado	Robbins, 1981.
	Comparado con maíz amarillo, alfalfa y caléndula.	Fletcher, 2006.
Caléndula.	Comparado con maíz amarillo, alfalfa y harina de gluten de maíz.	Fletcher, 2006.
	Comparado con hoja de zanahoria naranja y hoja de zanahoria roja	Titcomb, Kaeppler, Cook, Simon, y Tanumihardjo, 2019.
Maíz amarillo.	Comparado con alfalfa, harina de gluten de maíz y maíz blanco	Nelson, 1965.
	Comparado con alfalfa, harina de gluten de maíz y caléndula	Fletcher, 2006.

Alfalfa	Comparado con maíz amarillo, harina de gluten de maíz y caléndula.	Fletcher, 2006.
Harina de alfalfa.	Comparado con maíz amarillo, harina de gluten de maíz y maíz blanco.	Nelson, 1965.
Maíz blanco y amarillo.	Comparado con harina de gluten de maíz, harina de alfalfa.	Nelson, 1965.
Maíz amarillo, Harina de gluten de maíz y harina de alfalfa.	Comparado con maíz blanco.	Nelson, 1965.
Césped deshidratado	Comparado con harina de gluten de maíz	Robbins, 1981
Granos secos de destilería con solubles (DDGS)	Comparado entre sí (5, 10, 15, 20, 25) %	Masa'deh, Purdum, y Hanford, 2011.
Hojas de zanahoria naranja	Comparado con hoja de zanahoria roja y caléndula	Titcomb, Kaeppler, Cook, Simon, y Tanumihardjo, 2019.

Hoja de zanahoria roja	Comparado con hojas de zanahoria naranja y caléndula	Titcomb, Kaeppler, Cook, Simon, y Tanumihardjo, 2019.
Viera	Comparado con vísceras de calamar, cabeza de camarón y caballa	Toyes, Ortega, Espinoza, Pérez, Civera, y Palacios, 2017.
Vísceras de calamar	Comparado con viera, cabeza de camarón y caballa	Toyes, Ortega, Espinoza, Pérez, Civera, y Palacios, 2017.
Cabeza de camarón	Comparado con viera, vísceras de calamar y caballa	Toyes, Ortega, Espinoza, Pérez, Civera, y Palacios, 2017.
Caballa	Comparado con viera, vísceras de calamar y cabeza de camarón	Toyes, Ortega, Espinoza, Pérez, Civera, y Palacios, 2017.
Syzygium cumini hojas	Comparado entre sí (5g y 10 g de Syzygium cumini hojas)	Freitas, Souza y otros, 2017.
Harina de camarón	Comparado entre sí (20, 40, 60, 80) %	Gernat. 2001.
3 Nitro 10 ( <b>Sintético</b> )	Comparado entre sí (0%, 0.005%)	Janky, Dukes, y Harms, 1982.

Existen varios tipos de pigmentantes naturales utilizados en América de los cuales el más usado es espirulina con un 15%, seguido de la harina de gluten de maíz con un 12%, finalmente el maíz amarillo y caléndula con un 8% (Figura N 13). Cabe recalcar que el pigmentante sintético reportado es el 3-nitro-10 ya que se demostró en el estudio que la adición de este en cualquier nivel aumentó los valores de longitud de onda dominante de yema de huevo.

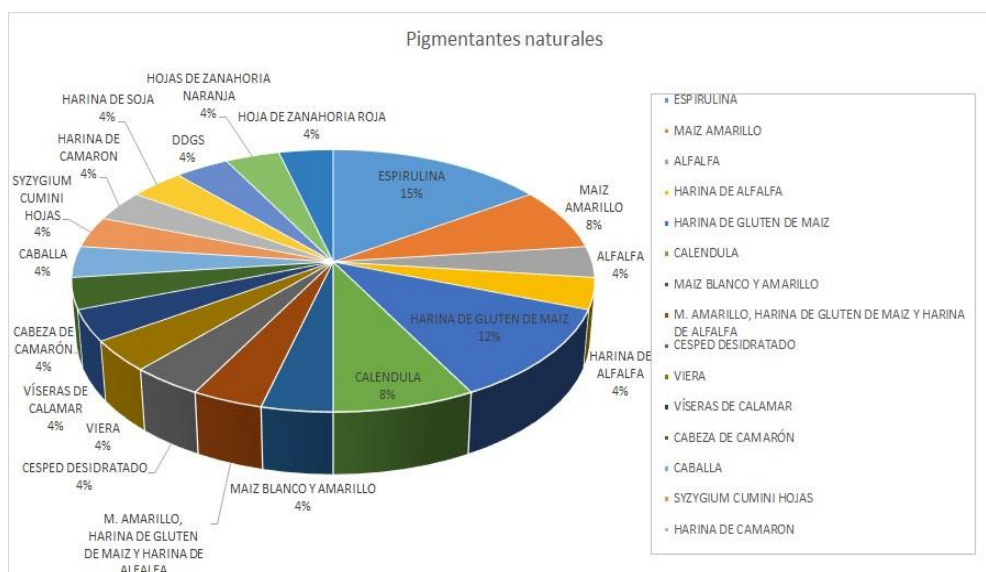


Figura 13. Pigmentantes naturales y sintéticos utilizados en América.

#### 4.3 Base de datos de pigmentantes utilizados en América.

Pigmentante sintético 3-Nitro-10:

Es un derivado de arsénico que tiene acción anti coccidial y promueve el crecimiento en animales (Berktree, 2020). En el estudio realizado por parte de Janky, Dukes, y Harms, en 1982, demostraron que la adición de 3-Nitro-10 en cualquier nivel aumentó los valores de longitud de onda dominante de yema de huevo.

En el siguiente cuadro se muestran todos los estudios publicados desde 1965 hasta 2019 sobre el uso de pigmentantes naturales en la industria del huevo.

Tabla 7. *Pigmentantes naturales utilizados en el continente americano a partir de 1965.*

País	Pigmentante	Principio activo	Resultados	Autor, Año
Estados Unidos	Maíz amarillo, Harina de gluten de maíz y harina de alfalfa.	Xantofilas	La unión de los tres alimentos en la dieta, Maíz amarillo, Harina de gluten de maíz y harina de alfalfa dieron la mayor pigmentación en la yema de huevo.	Nelson, 1965.
Estados Unidos	Césped deshidratado	Xantofilas	Con la comparación del césped deshidratado vs la harina de gluten se concluyó que el nivel de xantofilas no difirió con la fuente pero se concluyó que la xantofila en el césped deshidratado es 100% biodisponible en relación con la harina de gluten de maíz.	Robbins, 1981.
Estados Unidos	Espirulina 4%	Betacaroteno	El color de la yema se determinó utilizando el abanico de color Roche. La espirulina al 1.0% de la dieta proporcionó una pigmentación óptima en una dieta libre de xantofilas.	Anderson, Tang, y Ross, 1991.
Estados Unidos	Espirulina liofilizada vs extruida	Betacaroteno	El color de la yema tuvo un aumento constante con la adición de espirulina liofilizada y extruida.	Ross, Puapong, Cepeda, y Patterson, 1994.

---

Estados Unidos	Caléndula	Xantofilas	Los resultados indican que existen diferencias sustanciales entre los productos en cuanto a su respuesta a la saponificación durante la extracción de los carotenoides	Fletcher, 2006.
Estados Unidos	Granos secos de destilería con solubles (DDGS)	Xantofilas	El color de la yema aumentó al incrementar el nivel de DDGS; la puntuación más alta de Roche fue 7.2 para gallinas alimentadas con 25% de DDGS	Masa'deh, Purdum, y Hanford, 2011.
Estados Unidos	Calendula	Xantofilas	Se realizó un experimento con la comparación de hojas de zanahoria naranja, hoja de zanahoria roja y caléndula. Se determinó que la caléndula fue significativamente mayor que ambos grupos tratados con hojas. Las yemas se analizaron usando un colorímetro portátil.	Titcomb, Kaeppler, Cook, Simon, y Tanumihardjo, 2019.
México	Espirulina	Betacaroteno	El color de la yema de los huevos se incrementó linealmente a medida que se aumentó el nivel de espirulina en las dietas.	Bezares, Arteaga, y Avila, 1976.
México	Cabeza de camarón	Astaxantina	La evaluación visual del color de la yema aumentó con la adición de subproductos marinos con valores más altos en gallinas alimentadas con cabezas de camarones.	Toyes, Ortega, Espinoza, Pérez, Civera, y Palacios, 2017.

---

---

Brazil	Syzygium cumini hojas (SCL).	Antocianina	La inclusión de SCL en las dietas de gallinas ponedoras aumenta la pigmentación de la yema de huevo.	Freitas, Souza, y otros, 2017.
Honduras	Harina de camarón	Astaxantina	La pigmentación de la yema aumentó significativamente a medida que los niveles de harina de camarón aumentaron en las dietas.	Gernat, 2001.

---

#### 4.4 Métodos de valoración de coloración de yema

La colorimetría es el método científico utilizado para medir las diferencias de color del objeto en estudio. El uso de estas escalas de color (colorimetría de abanico, reflectancia y digital) con la práctica puede conducir fácilmente a la comprensión y comunicación de los valores de color.

- **Abanico colorimétrico de Roche:** Tiene una escala del 1 al 15 siendo 1 amarillo claro y 15 color naranja (Gernat, 2001).
- **Abanico colorimétrico DSM:** Tiene una escala del 1 al 16 siendo 1 amarillo claro y 16 naranja (Toyes, Ortega, Espinoza, Pérez, Civera y Palacios, 2017).
- **Colorímetro Hunter lab (colorimetría de reflectancia):** determina el color gracias a la longitud de onda (ver tabla 8) (Robbins, 1981):

Tabla 8. *Longitud de onda.*

Color percibido	Longitud de onda que reflejan. (nm)
Amarillo	570 – 590
Naranja	590 – 620
Rojo	620 – 760

- **Colorímetro portátil croma meter CR300:** Determina el color mediante la escala L que representa la claridad, con un valor de 0 –100 (L = 0 indica más oscuro, L = 100 más claro). La escala “a” representa el enrojecimiento en una escala de -60 (verde) a +60 (rojo). La escala “b” representa el amarillo en una escala de -60 (azul) a +60 (amarillo) (Titcomb, 2019).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los estudios analizados:



Tabla 9. Estudio del pigmentante sintético.

Origen del estudio	Método de medición	Niveles	Pigmento Sintético	Puntuación	Autor y Año
Estados Unidos	Colorimetría de reflectancia	Longitud de onda	3-Nitro-10	578.3	Janky, Dukes, y Harms. 1982

Tabla 10. Resultados de coloración obtenidos y métodos de valoración del color aplicados en los estudios analizados en América

Origen del estudio	Método de medición	Niveles	Pigmento Natural	Puntuación	Autor y Año
Estados Unidos	Colorímetro Roche	1-15	Harina de gluten de maíz 5%	3.8	Nelson. 1965
			Harina de alfalfa 5%	5.4	
			Maíz blanco y amarillo (concentraciones iguales).	6.9	
			Maíz amarillo.	8.8	

			Maíz amarillo, Harina de gluten de maíz 5% y harina de alfalfa 5%.	10	
Estados Unidos	Colorímetro roche	1-15	Césped deshidratado	8.6	Robbins. 1981
			Harina de gluten de maíz	8.6	
	Colorímetro hunter lab.	Longitud de onda	Césped deshidratado	580	
			Harina de gluten de maíz	579	
Estados Unidos	Colorímetro Roche	1-15	Espirulina 4%	12.8	Anderson, Tang, y Ross. 1991
			Espirulina 2%	10.5	
			Espirulina 1%	8.3	
			Espirulina 0.5%	6.1	
			Espirulina 0.25%	3.5	
Estados Unidos			EPL 4%	8.90	Ross, Puapong,

Unidos	Colorímetro Roche	1-15	EPL 2%	7.9	Cepeda, y Patterson. 1994
			EPL 1%	6.8	
			EPL 0.5%	5.9	
			EPE 4%	8.36	
			EPE 2%	7.32	
			EPE 1%	6.6	
			EPE 0.5%	5.92	

---

Estados Unidos	Cromatografía líquida	% de saponificación	Maíz amarillo	101	Fletcher. 2006
			Alfalfa	78	
			Harina de gluten de maíz	97.9	
			Caléndula A	99.8	

---

---

			Caléndula B	4.6	
			Caléndula C	99	
			Caléndula D	95.6	
			Caléndula E	96.8	
			Caléndula F	6.6	

---

Estados Unidos	Colorímetro Roche	1-15	DDGS al 25%	7.2	Masa'deh, Purdum, y Hanford. 2011
			DDGS al 20%	6.9	
			DDGS al 15%	6.7	
			DDGS al 10%	6.3	
			DDGS al 5%	6.2	

---

Estados Unidos	Colorímetro portátil Chroma Meter CR-300	(L)	Hojas de zanahoria naranja	63.1	Titcomb, Kaepler, Cook, Simon, y Tanumihardjo. 2019
			Hoja de zanahoria roja	64.9	
			Caléndula	63.1	
México	Colorímetro Roche	1-15	Espirulina 10%	15.5	Bezares, Arteaga, Avila, 1976.
			Espirulina 7.5%	15.3	
			Espirulina 5%	14.0	
			Espirulina 2.5%	13.2	
			Espirulina 5%	14.1	
			Espirulina 4 %	13.2	
			Espirulina 3%	12	
			Espirulina 2%	10.2	

			Espirulina 1%	6	
México	Abanico colorimétrico DSM	1-16	Viera 5%	11	Toyes, Ortega, Espinoza, Pérez, Civera, y Palacios. 2017
			Vísceras de calamar 5%	9	
			Cabeza de camarón 5%	13	
			Caballa 5%	4	
Brasil	Colorímetro Roche	1-15	Syzygium cumini hojas 5g	7.12	Freitas, Souza, y otros. 2017
			Syzygium cumini hojas 10g	7.91	
Honduras	Colorímetro Roche	1-15	Harina de camarón 80%	9.2	Gernat. 2001
			Harina de camarón 60%	8.0	
			Harina de camarón 40%	4.4	
			Harina de camarón 20%	3.5	

Nota: EPL= *Espirulina platensis* liofilizada; EPE= *Espirulina platensis* extruida; DDGS= Granos secos de destilería con solubles

De los métodos utilizados para medir la pigmentación de la yema del huevo, el colorímetro de Roche es el más utilizado. A continuación, se muestran los resultados en orden descendente del nivel de pigmentación utilizando este método de valoración.

Tabla 11. *Niveles de pigmentación de yema de huevo analizado con colorímetro de Roche.*

<b>Origen del estudio</b>	<b>Pigmentante</b>	<b>Niveles de valoración</b>	<b>Autor</b>
México	Espirulina 10%	15.5	Bezares, Arteaga, Avila. 1976
México	Espirulina 7.5%	15.3	Bezares, Arteaga, Avila. 1976
México	Espirulina 5%	14.1	Bezares, Arteaga, Avila. 1976
México	Espirulina 5%	14.0	Bezares, Arteaga, Avila. 1976
México	Espirulina 2.5%	13.2	Bezares, Arteaga, Avila. 1976
México	Espirulina 4 %	13.2	Bezares, Arteaga, Avila. 1976
Estados Unidos	Espirulina 4%	12.8	Anderson, Tang, y Ross. 1991
México	Espirulina 3%	12	Bezares, Arteaga, Avila. 1976
Estados Unidos	Espirulina 2%	10.5	Anderson, Tang, y Ross. 1991
México	Espirulina 2%	10.2	Bezares, Arteaga, Avila. 1976
Estados Unidos	Maíz amarillo, Harina de gluten de	10	Nelson. 1965

---

	maíz 5% y harina de alfalfa 5%.			
Honduras	Harina de camarón 80%	9.2		Gernat. 2001
Estados Unidos	EPL 4%	8.90		Ross, Puapong, Cepeda, y Patterson. 1994
Estados Unidos	Maíz amarillo.	8.8		Nelson. 1965
Estados Unidos	Césped deshidratado	8.6		Robbins. 1981
Estados Unidos	Harina de gluten de maíz	8.6		Robbins. 1981
Estados Unidos	Espirulina 1%	8.3		Anderson, Tang, y Ross. 1991
Estados Unidos	EPE 4%	8.36		Ross, Puapong, Cepeda, y Patterson. 1994
Honduras	Harina de camarón 60%	8.0		Gernat. 2001
Brasil	Syzygium cumini hojas 10g	7.91		Freitas, Souza, y otros. 2017
Estados Unidos	EPL 2%	7.9		Ross, Puapong, Cepeda, y Patterson. 1994
Estados Unidos	EPE 2%	7.32		Ross, Puapong, Cepeda, y Patterson. 1994
Estados Unidos	DDGS al 25%	7.2		Masa'deh, Purdum, y Hanford. 2011
Brasil	Syzygium cumini hojas 5g	7.12		Freitas, Souza, y otros. 2017

---



---

Estados Unidos	DDGS al 20%	6.9	Masa'deh, Purdum, y Hanford. 2011
Estados Unidos	Maíz blanco y amarillo (concentraciones iguales).	6.9	Nelson. 1965
Estados Unidos	EPL 1%	6.8	Ross, Puapong, Cepeda, y Patterson. 1994
Estados Unidos	DDGS al 15%	6.7	Masa'deh, Purdum, y Hanford. 2011
Estados Unidos	EPE 1%	6.6	Ross, Puapong, Cepeda, y Patterson. 1994
Estados Unidos	DDGS al 10%	6.3	Masa'deh, Purdum, y Hanford. 2011
Estados Unidos	DDGS al 5%	6.2	Masa'deh, Purdum, y Hanford. 2011
Estados Unidos	Espirulina 0.5%	6.1	Anderson, Tang, y Ross. 1991
México	Espirulina 1%	6	Bezares, Arteaga, Avila. 1976
Estados Unidos	EPE 0.5%	5.92	Ross, Puapong, Cepeda, y Patterson. 1994
Estados Unidos	EPL 0.5%	5.9	Ross, Puapong, Cepeda, y Patterson. 1994
Estados Unidos	Harina de alfalfa 5%	5.4	Nelson. 1965
Honduras	Harina de camarón 40%	4.4	Gernat. 2001

---

Estados Unidos	Harina de gluten de maíz 5%	3.8	Nelson. 1965
Estados Unidos	Espirulina 0.25%	3.5	Anderson, Tang, y Ross. 1991
Honduras	Harina de camarón 20%	3.5	Gernat, A. 2001

Nota: EPL= Espirulina platensis liofilizada; EPE= Espirulina platensis extruida; DDGS= Granos secos de destilería con solubles.

## Discusión

Los pigmentantes son utilizados para cambiar la coloración de la yema de huevo a uno más aceptado por el consumidor, dicha preferencia es determinada por diferencias geográficas y culturales (Maguregui, 2020), por ello la importancia de realizar estudios en cada país. Es importante mencionar que el país con mayor investigación referente a la pigmentación de yema de huevo es Estados Unidos.

Los pigmentantes más utilizados son espirulina, harina de gluten de maíz, maíz amarillo y caléndula (Figura 11).

La espirulina es un alga que tiene contenido de betacaroteno, pigmentante perteneciente al grupo de carotenoides, los cuales son los responsables de la pigmentación de una gran variedad de alimentos, su cultivo a diferencia de otras algas no presenta problemas y su rendimiento es favorable para su industrialización (Spirulina Source, 2020). Por otra parte, la adición de espirulina en balanceados para animales es cada vez más frecuente ya que incrementa la palatabilidad y aporta una calidad nutricional extra (Izquierdo, 2015). Uno de los retos con los que se enfrentan las industrias de algas son los costos elevados ya que los productos de algas generalmente se fabrican en pequeñas instalaciones y en volúmenes bajos lo que sube el costo de producción.

La harina de gluten de maíz y el maíz amarillo contiene como principio activo xantofilas (Visser, 2014) que es un pigmento amarillo de las células vegetales, son utilizados por su disponibilidad en el mercado y su precio accesible.

La caléndula contiene flavoxantina, luteoxantina,  $\beta$ -caroteno, licopeno,  $\alpha$ -caroteno que son los encargados de dar el valor pigmentante a ciertos alimentos (Domínguez, 2012). Gracias a su gran adaptabilidad ya que se puede cultivar en casi cualquier clima y suelo. incluso en suelos pobres (Acosta, Rodríguez y Sánchez, 2001), esto favorece a la disponibilidad en el mercado.

En referencia a los costos de estos pigmentantes tenemos: la harina de gluten de maíz \$0.5 kg, maíz amarillo \$0.35 Kg (SIPA, 2020), espirulina \$80 Kg (Andes Spirulina, 2020) y caléndula \$5 Kg se puede apreciar que la espirulina es el pigmentante más costoso, pero también el más utilizado, esto se debe a su gran aporte nutritivo y sus propiedades pigmentantes. Además, gracias a la implementación en la industria acuícola para pigmentar la piel y tejido graso de los peces, la disponibilidad de espirulina en el mercado aumenta.

Comparando los estudios realizados por (Bezares, Arteaga y Avila, 1976) y (Anderson, Tang, y Ross, 1991), quienes trabajaron con diferentes niveles de espirulina y el abanico colorimétrico de Roche, lograron definir el color que la espirulina otorga a la yema de huevo, demostrando que en concentraciones bajas de (0.25, 0.50, 1, 2, 4%) se encuentran diferencias significativas referente a la coloración, mientras que en concentraciones por encima de 2.5 no existen diferencias significativas.

El estudio realizado en Estados Unidos por parte de Robbins en el año 1981, comparó el césped deshidratado vs la harina de gluten de maíz dando resultados de color similares, este estudio publicado es el único que compara el color de la yema de huevo con dos métodos de valoración: El colorímetro de Roche y el colorímetro de reflectancia Hunter lab. En el cual se determina que al utilizar estos métodos de valoración y obtener resultados similares es posible la

realización de equivalencias con todos los métodos de valoración para estandarizar el color obtenido.

Se demuestra que el colorímetro de Roche es el más usado en América ya que de los 12 artículos seleccionados, 8 evaluaron la coloración de la yema de huevo con este método de valoración, de los cuales fueron: Estados Unidos (5), México (1), Brasil (1) y Honduras (1). Es importante mencionar que una de las razones por la cual este método es más utilizado es por su fácil adquisición, bajo costo, fácil manejo en comparación con los otros colorímetros.

En los estudios publicados en América con el colorímetro de Roche se puede observar que los resultados obtenidos se encuentran con decimales, cabe recalcar que la variable es discreta ya que el colorímetro cuenta con una escala del 1 al 15, por ende, no se puede colocar como una variable continua. Es importante mencionar que los estudios realizaron un promedio de los datos obtenidos por ello la explicación del uso de decimales.

La importancia del control de la yema de huevo en granja es indispensable ya que si el mercado establecido pide un nivel de pigmentación elevado es necesario llevar un control con un método de valoración adecuado. Además, es necesario la calibración de la cantidad de pigmentante utilizado en el balanceado para evitar que se altere la composición del mismo.

Uno de los factores por el cual la información publicada es escasa, se debe a que los países desarrollados publican en conocidas revistas de amplia circulación y los países sub desarrollados no logran publicar más allá de sus propias fronteras. Todo ello trae consigo la denominada invisibilidad del quehacer científico. (Ganga, Paredes y Pedraja, 2015).

De los estudios publicados en América, el único que utilizó el pigmentante sintético 3-nitro-10, fue por parte de Janky, Dukes, y Harms en 1982, obtuvieron resultados favorables al ver que aumento el nivel de pigmentación, pero desde

el 2014 su uso es restringido ya que la FDA realizó estudios y encontró arsénico inorgánico en aves alimentadas con este aditivo sintético.

#### **4.5 Limitantes:**

Al realizar esta revisión se presentaron ciertas limitaciones, entre las cuales se encontró:

Escasa información científica actualizada relacionada al tema de investigación.

Estudios existentes relacionados con el tema descartados, ya que no se encontraban publicados en una base de datos científica.

## 5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Después de realizar las revisiones correspondientes, se concluye que la mayoría de estudios en América, son realizados con pigmentantes naturales (11) frente a los pigmentantes sintéticos (1).
- Respecto al pigmentante de mayor uso, la espirulina encabeza la lista con un 15%, seguido del gluten de harina de maíz con un 12%, por lo cual se concluye que la espirulina por su alto contenido de betacarotenos, valor nutritivo y disponibilidad en grandes cantidades gracias a sus simples necesidades en cultivo y cosecha es una excelente opción como pigmentante para la industria avícola, es importante mencionar que Andes Spirulina es una empresa encargada de la distribución de espirulina con un costo de \$80 el Kg, por ello la desventaja principal es el aumento de costo de producción.
- Estados Unidos es el país con mayor investigación referente a la pigmentación de yema de huevo en América, ya que el 67% de la información obtenida proviene de dicho país, esto se debe al eficaz y organizado sistema de revisión de publicaciones como al alto capital destinado para investigación que el país presenta, en comparación con países latinoamericanos.
- Existen varios métodos de valoración utilizados por la industria avícola para la determinación del color de la yema de huevo de los cuales el más utilizado es el colorímetro de Roche, debido a la facilidad de uso en la industria, su bajo costo y a los rangos de colores estandarizados que dispone.

## 5.2 Recomendaciones

- Realizar estudios con todos los pigmentantes utilizados por la industria avícola y estandarizar la dosis para obtener datos precisos del resultado de coloración que cada elemento puede otorgar.
- El colorímetro digital no solo por su alto costo sino también por el equipo y sistema que utiliza para dar los resultados, está dirigido a granjas industrializadas con alto volumen de producción donde ya cuentan con registros digitales, lugares donde se recomienda realizar estudios de investigación para crear una base de datos del color de la yema de huevo con resultados objetivos.
- Se recomienda realizar estudios para descifrar la equivalencia en el color que existe entre los métodos de valoración más utilizados.
- No se recomienda clasificar al 3-Nitro-10 como pigmentante sintético, ya que es utilizado en la industria avícola como aditivo en el balanceado y se ha demostrado que su uso tiene efecto perjudicial para la salud por su composición organoarsénico según la FDA.

## REFERENCIAS

- Andes Spirulina. (2020). Que es Spirulina. Recuperado de <http://andes-spirulina.com/>
- Advacare. (2020). Premezcla de Roxarsone. Recuperado de <https://www.advacarepharma.com/es/veterinarios/premezcla-de-roxarsone>
- Anderson, W., Tang, C. y Ross, E. (1991). The Xanthophylls of Spirulina and Their Effect on Egg Yolk Pigmentation. Poultry Science, 70(1), 115-119. <https://doi.org/10.3382/ps.0700115>
- Aznar, A. (2017). Factores influyentes en la percepción del color. Psicología de la percepción. Facultad de Psicología. Universidad de Barcelona. Recuperado de <http://www.ub.edu/pa1/node/55>
- ANAVI. (2019). Asociación Latinoamericana de Avicultores. Guatemala. Recuperado de <https://www.avicolatina.com/88-asociados/121-anavi>
- AVES. (2019). Datos estadísticos. Asociación de Avicultores de El Salvador. Recuperado de <https://www.aves.com.sv/datos-estadisticos/>
- ANAPA. (2019). Huevo. Asociación Nacional de Avicultores y Productores de alimentos. Recuperado de <https://www.anapa.org.ni/sectores-productivos/huevo/>
- Acosta, L., Rodríguez, C. y Sánchez, E. (2001). Instructivo técnico de Calendula officinalis. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962001000100006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962001000100006)
- Anavip. (2019). La avicultura en Panamá. Asociación Nacional de Avicultores de Panamá. Recuperado de <https://www.anavip.org/>
- Baca, A. (2016). La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación con la soberanía alimentaria. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12652/La%20produccion%20de%20ma%C3%ADz%20amarillo%20en%20el%20Ecuador%20y%20su%20relacion%20con%20la%20soberania%20alimentaria%20-%20Luis%20Al.pdf?sequence=1>
- Berktree. (2020). Definición 3 nitro 10. Recuperado de <http://www.berktree.com/info-3nitro10.html>
- Bezares, S., Arteaga, F. y Avila, G. (1976). Valor pigmentante y nutritivo del alga espirulina en dietas para gallinas de postura. Recuperado de:



<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/2698/0>

Cortez, A., Esperanza, C. y Sanabria, G. (2012). El uso de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en dietas sorgo-soya para pollos de engorda y gallinas de postura. Scielo. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242012000300005#:~:text=Los%20granos%20secos%20de%20destiler%C3%ADa,los%20Estados%20Unidos\(1\).](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000300005#:~:text=Los%20granos%20secos%20de%20destiler%C3%ADa,los%20Estados%20Unidos(1).)

Carotenoides. (2012). Carotenoides: estructura, función, biosíntesis, regulación y aplicaciones. Recuperado de <http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/carotenoides.pdf>

Colorímetro Digital DMS. (2020). registrado como Yolkfan™. Recuperado de <https://www.digitalyolkfan.com/product/digital-yolk-fan/>

CAPIA. (2019). Camara Argenitna de productores avícolas. Recuperado de <https://www.capia.com.ar/documentos/documentos-de-trabajo>

Central América. (2020). Congreso Centroamericano de Avicultura. Recuperado de [https://www.centralamericadata.com/en/article/home/Central\\_American\\_Poultry\\_Congress](https://www.centralamericadata.com/en/article/home/Central_American_Poultry_Congress)

Cobb Vantress. (2018). Guía de Manejo de Reproductoras. Arkansas. Recuperado de [https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/breederguide\\_span\\_2008.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/breederguide_span_2008.pdf)

Domínguez, O. Toledano, A. y Ávalos, A. (2015). Efecto del suplemento de astaxantina sobre la calidad seminal en Moenkhausia sanctaefilomenae. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.3856/vol43-issue1-fulltext-18>

DSM. (2013). Guía de DSM para la pigmentación de la yema de huevo con CAROPHYLL. Recuperado de [https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en\\_US/documents/carophyll\\_guidelines\\_amended\\_SPAN\\_web.pdf](https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/carophyll_guidelines_amended_SPAN_web.pdf)

Echeverría, J. (2001). Uso del Rizoma deshidratado de curcuma como pigmentante amarillo de yemas de huevo de gallinas comerciales. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5566/1/Tesis%20Med.%20Vet.%20Jua>

[n%20Gabriel%20Espino%20Echeverr%C3%ADa.pdf](#)

- Fernandez, S. (2014). Pigmentación en pollo de engorde. Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde. Bogotá-Colombia. Recuperado de <http://www.elsitioavicola.com/articles/2658/pigmentacion-en-pollo-de-engorde/>
- Fenavi. (2019). Estadísticas del sector. Recuperado de <https://fenavi.org/informacion-estadistica/#1538603940314-f570ecc8-a408>
- Fletcher, D. (2006). A Method for Estimating the Relative Degree of Saponification of Xanthophyll Sources and Feedstuffs. Poultry Science, 85(5), 866-869. <https://doi.org/10.1093/ps/85.5.866>
- Freitas, R., Fernandes, R., Souza, H., Dantas, D., Santos, C., Oliveira, B., Cruz, E., Braz, M., Camara, F., Nascimento, J. y Watanabe, H. (2017). Effect of Syzygium cumini leaves on laying hens performance and egg quality. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 89, 2479-2484. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720150317>
- FDA. (2019). Medicamentos animales y aves de corral a base de arsénico. Recuperado de <https://www.fda.gov/animal-veterinary/product-safety-information/arsenic-based-animal-drugs-and-poultry>
- Gamboa, F. (2016). Evaluación de diferentes niveles de cúrcuma longa (cúrcuma), como pigmentante natural en dietas a base de sorgo, para la alimentación de pollos broiler. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/5352/1/17T1385.pdf>
- Gernat, A. (2001). The Effect of Using Different Levels of Shrimp Meal in Laying Hen Diets. Poultry Science, 80(5), 633-636. <https://doi.org/10.1093/ps/80.5.633>
- Ganga, F., Paredes, L. y Pedraja, L. (2015). Importancia de las publicaciones académicas: algunos problemas y recomendaciones a tener en cuenta. Santiago de Chile. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292015000400014](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292015000400014).
- Hernandez, H. (1996). Identificación de Pigmentos en Cultivos en Suspensión. Webwer Buxbaum. 92.F.Q. (UADY). Facultad Química de la Universidad Autónoma de Yucatán.

- Interdepartmental Graduate Program in Nutritional Sciences. (2019). Carrot leaves improve color and xanthophyll content of egg yolk in laying hens but are not as effective as commercially available marigold fortificant. University of Wisconsin-Madison. USA. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31065708>
- Introcon. (2020). Plantas de procesamiento de harina de camarón. Recuperado de <http://www.introcon.com/Shrimp-Waste-es.html>
- Izquierdo, M. (2015). Evaluación de la adición de proteína asimilable a través de la biomasa de la cianobacteria spirulina spp, como complemento alimenticio avícola. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10001/1/T-UCE-0008-QA002-2015.pdf>
- Janky, M., Dukes, G. y Harms, H. (1982). Effect of 3-Nitro-10 on Egg Yolk Pigmentation. Poultry Science, 61(3), 573-574. <https://doi.org/10.3382/ps.0610573>
- Konica Minolta. (2020). Medidor de Colorimetría CR-400. Recuperado de <https://sensing.konicaminolta.us/mx/products/colorimetro-cr-400/>
- Knapp, K., Germani, G. (2020). Sudamerica. Encyclopedia Britannica. Recuperado de <https://www.britannica.com/place/South-America>
- Karadas, F., Grammenidis, E., Surai, F., Acamovic, T. y Sparks, N. (2006). Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. British Poultry Science, 47(5), 561-566. <https://doi.org/10.1080/00071660600962976>
- López, P. y Mach, N. (2012). Efecto del consumo de astaxantina en la salud. Francia. Recuperado de [http://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC%202012-3\\_art%206.pdf](http://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC%202012-3_art%206.pdf)
- Lewis, J. 2006. Physical Properties of Foods and Food Processing System. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Lugo, E. (1998). Aprovechamiento integral del Chile (*Capsicum annum*) y Pitaya (*Stenocereus queretaroensis*) para la producción de Colorantes Naturales Rojos sustituyentes de los sintéticos. Cooperativa de productores de Pitaya de Techaluta.

- Mamani, E. (2014). Efecto de la Harina de hojas de Pisonay (*Erythrina* sp) en la coloración de la yema de huevo en gallinas de postura Hy line brown. Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Peru. Recuperado de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2177/Mamani\\_Titi\\_Edilbert\\_Antony.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2177/Mamani_Titi_Edilbert_Antony.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Masa'deh, K., Purdum, E. y Hanford, J. (2011). Dried distillers grains with solubles in laying hen diets phosphorus. *Poultry Science*, 90(9), 1960-1966. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01184>
- Merriam Webster. (2020). Alfalfa. Recuperado de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/alfalfa>.
- Mohamed, A., Ali, S. y Baz, K. (2013). Antioxidant and Antibacterial Activities of Crude Extracts and Essential Oils of *Syzygium cumini* Leaves. *PLoS ONE*, 8(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060269>
- Murano, P. (2003). *Understanding Food Science and Technology*. USA: Wadsworth/ Thomson Learning.
- Ministry of food and agriculture. (2019). Sistema de Información de Precios Agrícolas de Belice (BAPIS). Recuperado de <https://www.agriculture.gov.bz/>
- Martínez, R., García, R., Guerra, J. y Gutiérrez, D. (2019). Utilización de harina de residuo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en novillas. México. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942019000100068&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000100068&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Maguregui. (2020). El color de la yema de huevo y sus pigmentantes. Panamá. Recuperado de <https://iveterinariadigital.com/articulos/el-color-de-la-yema-del-huevo-y-los-pigmentantes/>
- Nelson, T. (1965). *The japanese quail as an assay animal for feed pigments*. Libertyville, Illinois.
- ODEPA. (2019). Estadísticas productivas. Recuperado de <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>

- OECD Food and Agricultural Reviews. (2019). Agricultural Policies in Costa Rica. Recuperado de: [http://www.oecd.org/countries/costarica/AgPol\\_CR\\_en.pdf](http://www.oecd.org/countries/costarica/AgPol_CR_en.pdf)
- Poultry World. (2019). Central America of the way to further progress. Recuperado de <https://www.poultryworld.net/Meat/Articles/2013/10/Central-America-on-the-way-to-further-progress-1389766W/>
- Poultry. (2020). Medición de color de la yema de huevo con el abanico DSM. Recuperado de <http://poultry.poultry.com/products/dsm-iberia/egg-yolk-pigmenters>
- Piensos Santa Cruz. (2020). Harina de soja. Toledo España. Recuperado de [http://www.fabricadepiensos.es/harina-de-soja-animales\\_6.html](http://www.fabricadepiensos.es/harina-de-soja-animales_6.html)
- Romero, V. (2014). Utilización de harina de alfalfa (medicago sativa) como pigmentante en el engorde de pollos parrilleros. Universidad técnica de Machala. Recuperado de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1454/9/CD524\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1454/9/CD524_TESIS.pdf)
- Ross, E., Puapong, D., Cepeda, P. y Patterson, H. (1994). Comparison of Freeze-Dried and Extruded *Spirulina platensis* as Yolk Pigmenting Agents. Poultry Science, 73(8), 1282-1289. <https://doi.org/10.3382/ps.0731282>
- Robbins, R. (1981). Xanthophyll Bioavailability in Dehydrated Turf Grass. Poultry Science, 60(1), 254-256. <https://doi.org/10.3382/ps.0600254>
- Rosero, E. (2015). Evaluación física, química y microbiológica de huevos comerciales de gallina, durante su almacenamiento (32 días), bajo diferentes condiciones ambientales. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6434/1/T-UC-0008-095.pdf>
- Resoco. (2020). Colorímetro Color Flex de Hunter lab. Recuperado de: <https://resoco.com/4981-2/>
- SIEA. (2019). Boletín Estadístico Mensual de la Producción y Comercialización Avícola 2019. Recuperado de <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=boletin-estadistico-mensual-de-la-produccion-y-comercializacion-avicola-2019>

- Solla S.A. (2015). Manual de manejo ponedoras para huevo comercial. Recuperado de [https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/Manual%20De%20Manejo%20Ponedoras%20Para%20Huevo%20Comercial\\_0.pdf](https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/Manual%20De%20Manejo%20Ponedoras%20Para%20Huevo%20Comercial_0.pdf)
- Spirulina Source. (2020). Centro de recursos para espirulina, algas y superalimentos verdes. Recuperado de <http://www.spirulinaSource.com/spirulina/why-spirulina/>
- SIPA. (2020). Reporte de precios de agroindustrias y centros de acopio. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ecuador. Recuperado de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/precios-mayoristas>
- Schaetzl, J. (2020). Norte América. Universidad de Michigan. East Lansing. Recuperado de <https://www.britannica.com/place/North-America>
- Solla. (2018). El uso de pigmentos en avicultura. Dirección nacional avicultura balanceados Solla S.A. Recuperado de <https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/El%20Uso%20De%20Pigmentos%20En%20Avicultura.pdf>
- Statistics Canadá. (2020). Producción y disposición de huevos anual. Recuperado de <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=3210011901>
- Toyes, E., Pérez, R., Villavicencio, J., Arellano, M., Civera, R. y Palacios, E. (2017). Effect of marine by-product meals on hen egg production parameters, yolk lipid composition and sensory quality. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(2), 462-473. <https://doi.org/10.1111/jpn.12769>
- Titcomb, T., Kaeppler, S., Cook, E., Simon, W. y Tanumihardjo, A. (2019). Carrot leaves improve color and xanthophyll content of egg yolk in laying hens but are not as effective as commercially available marigold fortificant. *Poultry Science*, 98(10), 5208-5213. <https://doi.org/10.3382/ps/pez257>
- UNA. (2020). Situación de la Avicultura Mexicana. Expectativas 2020. Recuperado de <https://una.org.mx/industria/>

United egg producers. (2020). Producción de huevos y población de gallinas en EE. UU. Recuperado de <https://unitedegg.com/facts-stats/>

U.S Grains. (2010). A guide to Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS). Recuperado de [https://www.canr.msu.edu/uploads/236/58572/cfans\\_asset\\_417244.pdf](https://www.canr.msu.edu/uploads/236/58572/cfans_asset_417244.pdf)

Watt, A. (2015). La producción mundial de huevos: situación actual y previsiones. Recuperado de <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2016/01/la-produccion-mundial-de-huevos-situacion-actual-y-previsiones>

## **ANEXOS**



## Anexo 1

### Matriz de búsqueda de estudios

Variables	Criterios de búsqueda	titulo	doi	Autor y fecha
Pigmentantes naturales y pigmentantes sintéticos  Métodos de valoración	Pigments egg yolk	Effect of marine by-product meals on hen egg production parameters, yolk lipid composition and sensory quality.	<a href="https://doi.org/10.1111/jpn.12769">https://doi.org/10.1111/jpn.12769</a>	Toyes, E., Ortega, R., Espinoza, J., Arellano, M., Civera, R. y Palacios, E. 2017.
	Synthetic pigments	Carrot leaves improve color and xanthophyll content of egg yolk in laying hens but are not as effective as commercially available marigold fortificant.	<a href="https://doi.org/10.3382/ps/pez257">https://doi.org/10.3382/ps/pez257</a>	Titcomb, T., Kaeppler, M., Cook, M., Simon, P., & Tanumihardjo, S. 2019.
	Natural pigments	Comparison of Freeze-Dried and Extruded <i>Spirulina platensis</i> as Yolk Pigmenting Agents	<a href="https://doi.org/10.3382/ps.0731282">https://doi.org/10.3382/ps.0731282</a>	Ross, E., Puapong, D., Cedpeda P., y Patterson, H. 1994.
	Colorimetry	Xanthophyll Bioavailability in Dehydrated Turf Grass.	<a href="https://doi.org/10.3382/ps.0600254">https://doi.org/10.3382/ps.0600254</a>	Robbins, K. 1981.
	Reflectance	Effect of 3-Nitro-10 on Egg Yolk Pigmentation.	<a href="https://doi.org/10.3382/ps.0610573">https://doi.org/10.3382/ps.0610573</a>	Janky, D., Dukes, G., y Harms, R. 1982.
	Colorimeter	Effect of <i>Syzygium cumini</i> leaves on laying hens performance and egg quality.	<a href="https://doi.org/10.1590/0001-3765201720150317">https://doi.org/10.1590/0001-3765201720150317</a>	Freitas, E., Fernandes, R., Souza, D, Dantas, F., Santos, R., Oliveira, G., Cruz, B., Braz, N., Camara, L., Nascimento, G., y Watanabe, P. 2017.
		The Xanthophylls of <i>Spirulina</i> and Their Effect on Egg Yolk Pigmentation	<a href="https://doi.org/10.3382/ps.0700115">https://doi.org/10.3382/ps.0700115</a>	Anderson, D., Tang, C., y Ross, E. 1991.
		Dried distillers grains with solubles in laying hen diets phosphorus.	<a href="https://doi.org/10.3382/ps.2010-01184">https://doi.org/10.3382/ps.2010-01184</a>	Masa'deh, M., Purdum, S., y Hanford, K. 2011.
		The Effect of Using Different Levels of Shrimp Meal in Laying Hen Diets.	<a href="https://doi.org/10.1093/ps/80.5.633">https://doi.org/10.1093/ps/80.5.633</a>	Gernat, A. 2001.

	A Method for Estimating the Relative Degree of Saponification of Xanthophyll Sources and Feedstuffs.	<a href="https://doi.org/10.1093/ps/85.5.866">https://doi.org/10.1093/ps/85.5.866</a>	Fletcher, D. 2006.
	Valor pigmentante y nutritivo del alga espirulina en dietas para gallinas de postura.	<a href="https://doi.org/10.22319/rmcp.v0i30.2698">https://doi.org/10.22319/rmcp.v0i30.2698</a>	Bezares S., Arteaga F., y Avila G. 1976.
	The japanese quail as an assay animal for feed pigments.	<a href="https://doi.org/10.3382/ps.0450747">https://doi.org/10.3382/ps.0450747</a>	Nelson, T. 1965.

## ANEXO 2

### Matriz de lista de chequeo PRISMA

Tema: Xanthophyll Bioavailability in Dehydrated Turf Grass			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	254
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	254
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	254
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	254
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	254
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	254
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	254
Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	255

Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	255
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	254
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	255
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	254
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	255
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	255
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	255
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	255
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	255
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	255
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	255
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	255
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas de consistencia.	255
Riesgo de sesgo entre los	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	255

estudios			
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	255
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	255
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	255
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	255
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	255

### ANEXO 3

#### Matriz de lista de chequeo PRISMA

Tema: Las hojas de zanahoria mejoran el color y el contenido de xantofila de la yema de huevo en gallinas ponedoras, pero no son tan efectivas como la caléndula fortificante disponible comercialmente			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	1
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	1
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	1
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	2
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	2
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	2
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	2

Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	2, 3
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	2
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	2
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	2
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	3
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	3
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	3
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	3
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	3
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	3
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	3
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	3
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	3
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas	4

		de consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	4
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	4
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	4, 5
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	5
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	6
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	6



## ANEXO 4

### Matriz de lista de chequeo PRISMA

Tema: Efecto de las comidas de subproductos marinos en los parámetros de producción de huevos de gallina, composición lipídica de la yema y calidad sensorial.			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	1
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	1
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	1
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	2
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	2
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	2
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	2

Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	2
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	2
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	2
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	3
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	4
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	4
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	3
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	3
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	4
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	4
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	4
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	4
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	4, 5, 6
Síntesis de los	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas de	5, 6, 7, 8

resultados		consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	5
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	9
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	10
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	10
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	11
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	11

## ANEXO 5

### Matriz de lista de chequeo PRISMA

Tema: The Xanthophylls of Spirulina and Their Effect on Egg Yolk Pigmentation			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	115
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	115
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	115
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	115
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	115
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	116
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	116

Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	116
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	116
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	116
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	117
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	117
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	117
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	117
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	117
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	118
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	117
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	117
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	117
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	118
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas	117

		de consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	117
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	118
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	118
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	118
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	119
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	119

## ANEXO 6

### Matriz de lista de chequeo PRISMA

<b>Tema:</b> Granos destilados secos con solubles en dietas de gallinas ponedoras			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	1960
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	1960
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	1960
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	1961
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	1961
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	1961

Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	1961
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	1961
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	1962
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	1962
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	1963
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	1963
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	1963
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	1963
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	1963
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	1964
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	1964
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	1964
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	1965
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas	1965



		de consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	1964
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	1965
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	1963
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	1964
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	1965
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	1966

## ANEXO 7

### Matriz de lista de chequeo PRISMA

<b>Tema: Valor pigmentante y nutritivo del alga espirulina en dietas para gallinas en postura</b>			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	30
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	30
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	30
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	30
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	30
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	30, 31
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	30

Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	31
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	30
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	31
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	31
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	31
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	31
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	30
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	30
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	31
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	31
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	31
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	31
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	32
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas	31, 32

		de consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	32
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	33
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	32
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	33
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	33
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	33

## ANEXO 8

### Matriz de lista de chequeo PRISMA

Tema: Comparison of Freeze-Dried and Extruded Spirulina platensis as Yolk Pigmenting Agents			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	1282
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	1282
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	1282
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	1282
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	1283
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	1283
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	1283

Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	1283
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	1283
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	1283
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	1284
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	1283
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	1283
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	1283
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	1283
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	1283
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	1284
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	1284,1285,1286
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	1285
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	1285, 1286
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las	1284,1285,1286

		medidas de consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	1287
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	1287, 1288
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	1287
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	1288
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	1289
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	1289

## ANEXO 9

### Matriz de lista de chequeo PRISMA

<b>Tema: Efecto de 3-Nitro-10 en la pigmentación de la yema de huevo.</b>			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	573
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	573
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	573
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	573
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	573
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	573
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	574



Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	573
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	573
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	573
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	573
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	573
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	573
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	573
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	574
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	574
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	574
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	574
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	574
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	574
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas	574

		de consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	574
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	574
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	574
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	574
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	574
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	574

## ANEXO 10

### Matriz de lista de chequeo PRISMA

Tema: El efecto del uso de diferentes niveles de harina de camarones en la dieta de gallinas ponedoras			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	633
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	633
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	633
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	633
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	634
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	634
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	634

Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	634
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	634
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	634
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	634
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	634
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	634
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	634
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	634
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	634
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	634
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	634
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	635
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	635
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas	635

		de consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	635
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	635
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	635
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	635
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	635
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	635

## ANEXO 11

### Matriz de lista de chequeo PRISMA

Tema: Efecto de <i>Syzygium cumini</i> deja en el rendimiento de las gallinas ponedoras y la calidad del huevo			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	2479
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	2479
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	2479
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	2480
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	2480
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	2480
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	2480

Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	2480
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	2481
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	2481
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	2481
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	2480
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	2480
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	2481
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	2480
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	2481
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	2481
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	2482
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	2482
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	2482
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas	2483

		de consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	2483
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	2483
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	2483
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	2483
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	2483
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	2483



## ANEXO 12

### Matriz de lista de chequeo PRISMA

Tema: Un método para estimar el grado relativo de saponificación de fuentes de xantofila y piensos			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	866
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	866
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	866
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	867
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	867
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	867
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	867

Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	867
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	867
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	867
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	867
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	867
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	867
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	867
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	867
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	867
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	867
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	868
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	868
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	868
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas	868

		de consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	868
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	869
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	869
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	869
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	869
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	869

## ANEXO 13

### Matriz de lista de chequeo PRISMA

Tema: THE JAPANESE QUAIL AS AN ASSAY ANIMAL FOR FEED PIGMENTS			
Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	747
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	747
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	747
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	747
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	747
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	748
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	748

Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	748
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	748
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	748
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	749
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	749
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	749
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	750
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	750
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	750
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	750
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	751
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	751
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	752
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas	750

		de consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	751
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	752
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	752
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	752
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	752
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	752

