



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLAS DE HIDALGO.**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA**

**TESINA**

CALIDAD DEL HUEVO DE GALLINA (*Gallus gallus*)  
PARA CONSUMO HUMANO.

**PRESENTA:**

**ISABEL SANCHEZ MENDEZ**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**ASESOR:**

**MVZ. ALBERTO ARRES RANGEL**

**Morelia, Mich., Octubre del 2019.**

**ÍNDICE**

I.-INTRODUCCIÓN. ....	1
II.-HUEVO. ....	2
2.1.- MITOS. ....	3
2.2.- REALIDADES DEL HUEVO. ....	3
2.3.- FORMACIÓN Y ESTRUCTURA DEL HUEVO.....	5
2.3.1.- FISIOLOGÍA DEL OVARIO Y FORMACIÓN DE LA YEMA. ....	5
2.3.2.- HORMONAS QUE INTERVIENEN EN LA FORMACIÓN DEL HUEVO.....	5
2.3.2.1.-Hormonas hipofisarias. ....	5
2.3.2.2.-Hormonas ováricas. ....	6
2.3.3.- EL OVARIO: ÓRGANO DE LA GAMETOGÉNESIS EN LA HEMBRA. ....	8
2.3.4.-FORMACIÓN DE LA YEMA DE HUEVO. (VITELOGÉNESIS).....	8
2.3.5 ORIGEN DE LOS CONSTITUYENTES DE LA YEMA.....	9
2.4.-FORMACIÓN DEL HUEVO. ....	10
2.4.1.- FORMACIÓN DEL HUEVO EN EL OVIDUCTO.....	10
2.4.2- FUNCIÓN SECRETORA DEL INFUNDÍBULUM. ....	11
2.4.3.- SECRECIÓN DE LA CLARA EN EL MAGNUM.....	11
2.4.3.1.- Síntesis de las proteínas de la clara en el magnum. ....	11
2.4.3.2.- Depósito de proteínas de la clara sobre la yema. ....	12
2.4.3.3.-Secreción de agua y de minerales en el magnum. ....	12
2.4.4. ACTIVIDAD EN EL ISTMO. ....	12
2.4.5.- ACTIVIDAD EN EL ÚTERO.....	12
2.4.6.-ACTIVIDAD CONTRÁCTIL DEL OVIDUCTO Y OVOPOSICIÓN. ...	12
2.5.- ESTRUCTURA DEL HUEVO.....	13
2.5.1.- ESTRUCTURA INTERNA DEL HUEVO.....	13
2.5.2.-ESTRUCTURA DE LA CÁSCARA.....	15
2.5.3.-COMPOSICIÓN DE LA CÁSCARA. ....	16
2.5.4.- COMPOSICIÓN DEL ALBUMEN.....	17
2.5.5.-COMPOSICIÓN DE YEMA.....	17
2.5.6.-CUADRO 1.COMPOSICIÓN MEDIA DE LAS PARTES COMESTIBLES DEL HUEVO ....	18
III.-CALIDAD DEL HUEVO.....	19
3.1.- CARACTERÍSTICAS DEL HUEVO FRESCO.....	20

3.1.1.- LA CÁSCARA.....	21
3.1.2.- LA CÁMARA DE AIRE.....	22
3.1.3.- LA ALBÚMINA O CLARA. ....	22
3.1.4.- LA YEMA. ....	23
3.2.- MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL HUEVO.....	23
3.2.1.- LA CALIDAD DE LA CÁSCARA.....	23
3.2.2.- LA CALIDAD DE LA ALBÚMINA.....	24
3.2.3.- LA CALIDAD DE LA YEMA.....	24
3.3.- CRITERIOS PARA MEDIR LA CALIDAD DEL HUEVO.....	25
3.3.1.-ESTUDIO DEL ALBUMEN.....	25
3.3.1.1 Medición de sus propiedades físicas.....	25
3.3.2.-ESTUDIO DE LA YEMA.....	26
3.3.3.-ESTUDIO DE LA CÁSCARA.....	26
3.3.3.1.-Medición de la solidez de la cáscara.....	27
3.3.4.-MÉTODOS PARA ESTIMAR LA EDAD DEL HUEVO DESPUÉS DE LA PUESTA.....	28
3.3.4.1.-Altura de la cámara de puesta.....	28
3.3.4.2.-Peso específico del huevo.....	28
3.3.4.3.-Desplazamiento de la yema.....	28
3.3.4.4.- Unidades Haugh.....	28
3.3.5.- CONTROL DEL PESO DEL HUEVO.....	29
3.3.5.1.-La clasificación de huevos de acuerdo al peso en México.....	30
3.4.- CALIDAD DE LAS PARTES COMESTIBLES DEL HUEVO.....	31
3.4.1 CALIDAD DEL ALBUMEN.....	31
3.4.1.1. Factores que afecta a la calidad del albumen antes de la puesta. (factores ligados al animal).....	31
3.4.1.2.- La alimentación.....	32
3.4.1.3.-Medio ambiente.....	33
3.4.1.4.-Factores que afectan a la calidad del albumen después de la puesta.....	33
3.4.1.5.-Cinética de la perdida de agua del huevo.....	34
3.4.1.6.-Perdida de anhídrido carbónico: Efecto sobre el albumen.....	34
3.4.2. CALIDAD DE LA YEMA.....	34
3.4.2.1.- Propiedades físicas de la yema. transferencia de agua del albumen.....	34
3.4.2.2.-Coloración de la yema.....	35

3.4.3.- CALIDAD DE LA CÁSCARA. ....	36
3.4.3.1.- Importancia y localización de las rupturas de la cáscara.....	36
3.4.4.-FACTORES DE SOLIDEZ DE LA CÁSCARA RELACIONADOS CON LA PONEDORA.....	36
3.4.4.1.-La edad de la gallina. ....	36
3.4.4.2.-La precocidad sexual.....	37
3.4.4.3.- Genético.....	37
3.4.4.4.-Patología. ....	37
3.4.5.- ALIMENTACIÓN Y SOLIDEZ DE LA CÁSCARA.....	38
3.4.5.1.- Aporte de calcio.....	38
3.4.5.2.- Cantidad de calcio.....	38
3.4.5.3.-Formas de aporte. ....	38
3.4.5.4.- Aporte de fosforo.....	39
3.4.5.5.- Vitaminas.....	39
3.4.6.- EFECTOS DEL MEDIO SOBRE DE LA SOLIDEZ DE LA CÁSCARA Y LA ROTURA.....	39
3.4.6.1.- Temperatura. ....	40
3.4.6.2.- Composición de aire.....	40
3.4.6.3.- Programas de iluminación durante la fase de puesta. ....	40
3.4.6.4.- Alojamiento, instalaciones. ....	40
3.4.7.- ANOMALÍAS DE ORIGEN Y DEFORMACIÓN.....	40
3.4.7.1.- Forma y deformaciones.....	40
3.4.7.2.- Huevo sin cáscara.....	41
3.4.7.3.- Huevos pre-fisurados in vivo. ....	41
3.4.7.4.- Cáscara porosa.....	41
3.4.7.5.- Cáscara rugosa con asperezas.....	41
3.4.7.6.- Cáscaras manchadas.....	42
3.4.7.7.- Color de la cáscara.....	42
IV.-FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD DEL HUEVO.....	43
4.1. AMBIENTE.....	43
4.1.1.- ALIMENTACIÓN.....	43
4.1.2.-ALMACENAMIENTO.....	43
4.1.3.- TEMPERATURA AMBIENTAL. ....	44
4.1.4.- HUMEDAD. ....	44
4.2.- AGENTES BIOLÓGICOS. ....	45
4.2.1.- ALTERACIONES DEBIDAS A INFECCIONES BACTERIANAS ....	45

4.2.2.-ALTERACIONES POR AGENTES VIRALES. ....	45
4.2.3.-AGENTES PARASITARIOS. ....	45
4.3.- MANEJO. ....	46
4.3.1.- MANTENIMIENTO DEL EQUIPO. ....	46
4.3.2.- MANEJO DE LAS AVES. ....	46
4.3.3.- RECOLECCIÓN DE HUEVO. ....	46
4.3.4.- PONEDERO. ....	47
4.3.5.- PROCESADO. ....	47
4.3.6.- TRANSPORTE. ....	47
V.-NORMAS. ....	48
5.1.-NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-159-SSA1-2016, PRODUCTOS Y SERVICIOS. HUEVO Y SUS PRODUCTOS. DISPOSICIONES Y ESPECIFICACIONES SANITARIAS. MÉTODO DE PRUEBA .....	48
5.1.1.- DISPOSICIONES SANITARIAS. ....	48
5.1.1.1.- Disposiciones Específicas. ....	48
5.1.1.2.-Físicas y químicas. ....	48
5.1.1.3.-Aditivos para alimentos. ....	49
5.2.-NMX-FF-079-2004.PRODUCTOS AVICOLAS. HUEVO. FRESCO DE GALLINA ESPECIFICACIONES. NORMAS MEXICANAS.DIRECION GENERAL DE NORMAS. ....	50
5.2.1.-OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	50
5.2.2.- DEFINICIONES. ....	50
5.2.3.-ESPECIFICACIONES SANITARIAS. ....	50
5.2.4.-TABLA 3 CATEGORÍAS POR TAMAÑO AL EMPACAR EN ORIGEN.....	52
5.2.5.-CLASIFICACIÓN.....	52
5.2.6.- CLASIFICACIÓN DE TOLERANCIAS.....	53
5.2.7.-ETIQUETADO. ....	53
5.2.8.-APÉNDICES NORMATIVOS MÉTODOS DE MEDICIÓN PARA DETERMINAR EL GRADO DE CLASIFICACIÓN DEL HUEVO.....	53
5.2.9.-APÉNDICE NORMATIVO B “DETERMINACIÓN DE LA EDAD DEL HUEVO A TRAVÉS DE UNIDADES HAUGH.....	54
5.2.10.- TABLA 6. PARA DETERMINAR UNIDADES HAUGH.....	55
VI.-CONCLUSIÓN.....	56
VII.-BIBLIOGRAFÍA.....	57



**Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**  
 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**Aprobación de Impresión del Trabajo**

Morelia, Michoacán, a 3 de septiembre de 2019

**MC. JORGE ARTURO ARANA SANDOVAL**  
 Director de la FMVZ-UMSNH  
**P R E S E N T E .**

Por este conducto hacemos de su conocimiento que la tesina titulada: "CALIDAD DEL HUEVO DE GALLINA (*Gallus gallus*) PARA CONSUMO HUMANO", del P. MVZ. ISABEL SÁNCHEZ MÉNDEZ, dirigida por el asesor MVZ. ALBERTO ARRÉS RANGEL, fue *revisada y aprobada* por esta mesa sinodal, conforme a las normas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

**ATENTAMENTE**

  
**MC. VÍCTOR MANUEL SÁNCHEZ PARRA**  
 PRESIDENTE

  
**MVZ. EPA. RAMIRO ANGEL MENDOZA**  
 VOCAL

  
**MVZ. ALBERTO ARRÉS RANGEL**  
 (ASESOR)

[www.vetzoo.umich.mx](http://www.vetzoo.umich.mx)

UNIDAD ACUEDUCTO. Av. Acueducto esq. con Tzintzuntzan, S/N, Col. Matamoros, C.P. 58240, Morelia, Michoacán. Tel. / Fax: 01(443) 314 14 63 y (443) 314 37 41  
 UNIDAD POSTA. Carretera Morelia - Zinapécuaro, Km. 9.5, Municipio Tarimbaro, Michoacán. Tel. 01 (443) 312 52 36, Fax: 312 41 76

## **DEDICATORIA.**

A mi abuelo Francisco Méndez Arcos.

*Que siempre has estado y que siempre estarás conmigo.*

A mi madre Francisca Méndez Jiménez.

*Todo mi éxito es tu yo.*

A mi padre Juan Sánchez Pérez.

*Gracias por enseñarme a ser fuerte ante cualquier situación que se me presente.*

A mis tías adoradas Isabela y Antonia.

*Gracias por ese apoyo incondicional las amo.*

A mis Hermanos.

*Gracias por creer en mí.*

A mi asesor Alberto Arres Rangel.

*Gracias por su apoyo y paciencia en la elaboración de esta tesina.*

A mi queridísimo amigo Juan Diego Avalos Melgoza.

*Gracias por estar conmigo en los momentos de felicidad y por darme la mano cuando lo necesite.*

Mi Amiga Lucía García Ruiz.

*Gracias por sus palabras no importa la distancia.*

A mi hermosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y a todos los que colaboraron en mi formación.

*Mil gracias por permitirme cumplir mis sueños.*

*Gracias Dios por darme las herramientas para ser este sueño realidad.*

## RESUMEN

### CALIDAD DEL HUEVO DE GALLINA (*Gallus gallus*) PARA CONSUMO HUMANO.

Se realizó un estudio bibliográfico con el objetivo de caracterizar la calidad del huevo por sus características internas, externas, y por su composición nutricional. Se destaca la importancia del huevo como producto de origen animal para consumo humano y por lo tanto la importancia de su calidad e inocuidad. La descripción del huevo por el conocimiento de su formación desde el aparato reproductor de la gallina, hasta el consumo, pasando por su manejo y conservación son de vital importancia por lo que es necesario conocer la estructura de las partes del producto fresco y las modificaciones al paso del tiempo hasta su destino final. La calidad del huevo tiene que ver con factores diversos en el proceso de producción y posteriormente con el cuidado en el manejo y conservación del mismo y puede valorarse mediante parámetros de la calidad externa (peso, forma del huevo, color, espesor e integridad de la cáscara); parámetros de calidad interna (altura de la cámara de aire, unidades Haugh, consistencia del albumen denso, así como la forma, color y consistencia de la yema). Existen factores que afectan la calidad del huevo, algunos de carácter ambiental, otros de buenos manejos en la etapa de producción, manejo durante el almacenamiento y distribución, así como agentes biológicos que alteran su calidad. En México existen normas que determinan las especificaciones y clasificación del huevo de acuerdo a parámetros de calidad y por otro lado las disposiciones y especificaciones sanitarias para la preservación de un producto inocuo que garantice un consumo sano.

**Palabras clave:** Calidad, Parámetros, Huevo, Consumo, Normas.

## **ABSTRACT**

### **QUALITY OF THE EGG OF GALLINA (*Gallus gallus*) FOR HUMAN CONSUMPTION.**

A bibliographic study was carried out with the objective of characterizing the quality of the egg by its internal, external characteristics, and by its nutritional composition. The importance of the egg as a product of animal origin for human consumption and therefore the importance of its quality and safety is highlighted. The description of the egg by the knowledge of its formation from the chicken's reproductive system, to consumption, through its handling and conservation are of vital importance, so it is necessary to know the structure of the parts of the fresh product and the modifications to the Time passed to its final destination. The quality of the egg has to do with diverse factors in the production process and later with the care in the handling and conservation of the same and can be assessed by means of parameters of the external quality (weight, shape of the egg, color, thickness and integrity of the shell; peel, skin); internal quality parameters (height of the air chamber, Haugh units, consistency of dense albumen, as well as the shape, color and consistency of the yolk). There are factors that affect the quality of the egg, some of an environmental nature, others of good handling in the production stage, handling during storage and distribution, as well as biological agents that alter its quality. In Mexico there are standards that determine the specifications and classification of the egg according to quality parameters and on the other hand the sanitary provisions and specifications for the preservation of an innocuous product that guarantees a healthy consumption.

**Keywords:** Quality, Parameters, Egg, Consumption, Standards.

## **I.-INTRODUCCIÓN.**

El huevo es una importante fuente de proteínas perfectamente equilibrada, con un aporte de grasas fáciles de digerir, además constituye una eficaz fuente de fósforo, hierro y vitaminas, lo que lo convierte en un alimento base para la alimentación humana.

México es el principal consumidor de huevo fresco en el mundo, con 23,3 kilogramos *per cápita* en promedio, es un alimento básico en la dieta diaria y ocupa la cuarta posición en cuanto a producción de huevo para plato.

La industria avícola mexicana se encuentra ante el gran reto de la integración industrial y comercial para competir internacionalmente, no sólo ante los tratados que México ha suscrito con diferentes países y regiones del mundo, sino también en el ámbito de un mercado cada vez más global que exige un producto de mejor calidad y libre de riesgos de contaminación que pueden afectar al consumidor nacional y/o internacional. (NMX-FF-079., 2004).

El estado de Michoacán se ha consolidado en los últimos años como el décimo productor de huevo en México, al tener una producción anual promedio de 26 mil toneladas. (Sedrua, 2019).

La calidad de huevo es uno de los requisitos más importantes para el consumidor y para el productor, un huevo de mala calidad no es beneficioso para el consumidor final, se busca reducir los riesgos de contaminación de tipo físico, químico o microbiológico durante la etapa de producción del huevo, hasta el producto final, se deben tomar en cuenta los factores que puedan afectar la calidad del huevo, como es ambiente, agentes virales y parasitarios, que disminuye la calidad del huevo (Sauveur, 1993).

Es propósito del presente trabajo hacer un recorrido por las características físicas, nutritivas y estructurales del huevo, como una de las principales fuentes de alimento del mexicano, destacando los indicadores de calidad del mismo; los factores que pueden afectarla y la normatividad vigente en nuestro país relativa a la clasificación y aspectos inherentes a la preservación de un producto inocuo que garantice un consumo sano del mismo.

## **II.-HUEVO.**

Al huevo se le puede caracterizar o definir como, una fuente energética de proteínas perfectamente equilibradas y de grasas fácilmente digestibles. Constituye una importante fuente de fósforo, hierro y vitaminas, además es el soporte del desarrollo embrionario de las aves y un alimento para el hombre; implica que su calidad no pueda definirse de una forma sencilla (Sauveur, 1993). Integrado por la clara 58% y la yema 30%, encerrado en una cascara calcárea de 12% (Morales, 2002). Los valores medios aplicables a un huevo de gallina actual son: cascara 9.5%, albumen 61.5%, yema 29%. (Sauveur, 1993)

La formación del huevo es sin duda alguna, una de las maravillas más complejas de la naturaleza, y su estudio de este proceso despierta aun mayor curiosidad por saber cómo se produce realmente. Probablemente todos hemos visto la masa de yemas o racimo ovárico que existe dentro de la gallina, en plena producción, algunas de la yema han alcanzado su tamaño definitivo y se hallan junto con otras de todos los tamaños menores hasta las que solo son como puntos de alfiler. Si en el momento de examinar, cuando la gallina no está en plena producción, quizá sean demasiados diminutas para que se pueda distinguir a simple vista, algunos investigadores dicen que puede haber como 3 mil cantidades de las yemas de huevo. Se encuentra rodeada por una red de vasos sanguíneos que llevan alimento a las yemas, las yemas en vías de desarrollo están constituidas por capas alternas, claras y oscuras cuando la yema ha alcanzado la fase de madurez, la capa o membrana que recubre exteriormente el folículo se abre a lo largo de una gruesa línea llamada el estigma en el que, normalmente no hay vasos sanguíneos (Tudor, 1965).

## 2.1.- MITOS.

En este apartado mencionaremos algunos de los mitos más conocidos del huevo, lo que muchos lo han considerado como el alimento con cierta problemática en cuando a su producción y consumo.

- a) *Mito*: Las gallinas usan hormonas para poner huevos más rápidamente.
- b) *Mito*: Las gallinas ponedoras que viven en jaulas producen menos huevos que las gallinas libres.
- c) *Mito*: Hay gallinas especiales para producir huevos pequeños, jumbo o con doble yema.
- d) *Mito*: Los huevos orgánicos son más nutritivos que los de producción industrial.
- e) *Mito*: Los huevos camperos son más pequeños.
- f) *Mito*: Son más caros los huevos de gallina libre que los de producción industrial.
- g) *Mito*: Que el consumo de huevo causa enfermedades cardiovasculares al ser humano (Benavidez, 2015).

## 2.2.- REALIDADES DEL HUEVO.

- a) *Realidad*: Las gallinas en jaula cuentan con el espacio necesario para llevar a cabo su labor, que es poner huevos, mientras que las gallinas libres producen a la misma velocidad, sin embargo viven con menos estrés y en su ambiente natural (Benavidez, 2015).
- b) *Realidad*: Todas las gallinas son capaces de producir huevos jumbo o con doble yema, esto varía dependiendo de la edad del ave, entre más joven es, produce huevos de mayor tamaño, lo mismo sucede para los huevos de doble o hasta triple yema; el record mundial ha sido un huevo con 9 yemas. (Benavidez, 2015).
- c) *Realidad*: Nutricionalmente los dos tipos de huevo son iguales, la diferencia está en el tipo de alimentación y la ausencia de plaguicidas y metales en las gallinas de huevos orgánicos, además el trato de las gallinas de huevos orgánicos es al aire libre y cuidando siempre el medio ambiente.

- d)** *Realidad:* Los huevos camperos es lo más que se asemeja a la producción tradicional, las gallinas andan libres en el campo, teniendo acceso libre a los corrales y no se alarga su día con luz artificial como se hace industrialmente, sin embargo, esto no hace que el tamaño del huevo sea menor, el tamaño del huevo siempre depende de la edad de la gallina que los ponen.
- e)** *Realidad:* Efectivamente son más caros los huevos de gallina libre o “free rango” (como lo podemos encontrar en algunas etiquetas), sin embargo, el que sean gallinas libres, no debemos confundirlas con camperas o gallinas de huevos orgánicos; las gallinas libres siguen viviendo en naves industriales con un recreo al campo, volviendo a la nave, pero sin estar enjauladas (Benavidez, 2015).
- f)** *Realidad:* Debido a su papel metabólico importante, si no se consume colesterol el cuerpo lo produce para sintetizar los derivados del colesterol necesarios para la vida (Fernandez, 2000).
- g)** *Realidad:* Las hormonas en las gallinas ponedoras no son necesarias, esto porque su ciclo natural es poner 1 huevo cada 20 a 26 horas, además la especie de gallinas ponedoras no necesitan crecer rápido o estar gordas para poner más huevos (Benavidez, 2015).

## 2.3.- FORMACIÓN Y ESTRUCTURA DEL HUEVO.

### 2.3.1.- FISIOLOGÍA DEL OVARIO Y FORMACIÓN DE LA YEMA.

El ovario es el lugar donde ubicada la yema del futuro huevo, inicialmente se encuentra contenida en el interior de un folículo. El ovario también es lugar donde, bajo el control de la hipófisis, tiene lugar la síntesis de las hormonas esteroides y el de la gametogénesis femenina. El ovario órgano de síntesis de las esteroideas sexuales se señalan estas funciones antes de pasar a explicar la formación del huevo dando que están regulada por los esteroides (Sauveur, 1993).

### 2.3.2.- HORMONAS QUE INTERVIENEN EN LA FORMACIÓN DEL HUEVO.

#### 2.3.2.1.-Hormonas hipofisarias.

La hipófisis anterior es absolutamente indispensable, para el desarrollo y el mantenimiento de la actividad ovárica. Su extirpación conlleva una atrofia de las gónadas que puede ser compensada con la inyección diaria de extractos hipofisarios, existen tanto en las aves como los mamíferos, las hormonas gonadotropas hipofisarias (Buxade, 2000).

- a) *Hormona tirotrópica o tirotrópina (TSH)*. Tiene la función principal de estimular la función del tiroides, segrega a su vez las hormonas tiroxina y triyodotironina. Ambas hormonas son necesarias para mantener el nivel metabólico adecuado, es necesario para la realización del proceso. Si el organismo no dispone de esta hormonas en la cantidad suficiente, se puede detener el crecimiento, el desarrollo sexual y la producción de huevos (Buxade, 2000).
- b) *Hormona adrenocorticotropa o corticotropina (ACTH)*. La secreción de esta hormona tiene lugar de forma rítmica, en concordancia con los periodos de día y noche. Esta hormona realiza la importante misión de activar la corteza de la glándula adrenal, la cual, bajo dicho estímulo secreta corticoides, lo cual cumple una doble función de gran importancia en el proceso de formación del huevo, influyen directamente sobre la secreción de progesterona por parte de los folículos, tras la ovocitación y regulan el metabolismo hídrico y son los responsables de originar el

estímulo necesario para que la porción correspondiente del oviducto segregue el albumen fluido (Buxade, 2000).

- c) *Hormona foliculoestimulante (FSH)*. Cuya misión especial es la de regular, el desarrollo de los folículos del ovario y la actividad secretora.
- d) *Hormona 'luteinizante (LH)*. Responsable del desarrollo del ovario y de la secreción ovárica de la hormona esteroides y sobre todo de la ovulación.
- e) *Prolactina*. Interviene en los fenómenos de la incubación y en ciertos procesos metabólicos como el del agua. El ovario de las aves, bajo el control de las hormonas gonadotropas, segregan los tres principales tipos de esteroides sexuales, que también son conocidos en mamíferos: estrógenos, andrógenos y progesterona.
- f) *Oxitocina y arginina-vasotocina*. Estas hormonas intervienen en la expulsión, a través de la vagina del huevo formado (puesta u ovoposición) el estímulo que provoca su secreción procede de los nervios de la glándula coquiliaria, las cuales llegan al hipotálamo, lo cual hace suponer que los mecanismos que controlan las contracciones del oviducto, necesarias para la expulsión del huevo, son notablemente más complejo de lo expuesto (Buxade, 2000).

#### 2.3.2.2.-Hormonas ováricas.

Son sintetizados por las células intersticiales de las tecas foliculares. La síntesis comienza en el animal muy joven y aumenta dos o tres semanas antes de la madurez sexual, para disminuir de nuevo en dos a cuatro días si la gallina deja de poner (muda). En las aves adultas la síntesis estrogénica está asegurada esencialmente por el segundo y el tercer folículo de mayor tamaño, la capacidad de síntesis de estrógenos del folículo más grande desaparece en su totalidad. (Sauveur, 1993).

- a) *Estrógenos*. Participan en el control de todas las fases de la formación del huevo, en el crecimiento del oviducto, la síntesis de las proteínas y de los lípidos de la yema de huevo en el hígado, en el transporte sanguíneo de las lipoproteínas y del calcio, así como su depósito en el folículo. Y también participa en la síntesis de las proteínas de la clara en el magnum, la formación del hueso medular y el aumento de la retención fosfo-calcica al inicio del periodo de la puesta, y por último en el comportamiento de la ovoposición. (Sauveur, 1993).
- b) *Los andrógenos*. Pueden tener doble origen, en las células intersticiales del estroma del ovario y de la teca, al tratar de esteroides sexuales masculinos su papel en el hembra es limitado, pero es indispensable. Actúan estimulando la cresta y de todos los caracteres sexuales secundarios. En sinergia con los estrógenos estimulan el desarrollo del oviducto y del hueso medular su secreción es importante en la muda.
- c) *Progesterona*. Se encuentra en la granulosa del folículo preovulatorio y en menor medida del folículo postovulatorio. La progesterona tiene numerosas funciones, controla las actividades celulares implicadas en el crecimiento del oviducto, la síntesis de ciertas proteínas del albumen actúa en sinergia con los estrógenos. Y controla el ritmo de la ovulación y de ovoposición liberando LH – RT por parte del hipotálamo sobre las contracciones del útero previas a la ovoposición, sobre la conducta de la puesta (Sauveur, 1993).

### 2.3.3.- EL OVARIO: ÓRGANO DE LA GAMETOGÉNESIS EN LA HEMBRA.

Hacia el octavo día de vida embrionario, se inicia la ovogénesis; corresponde al momento de la transformación de las células germinales primordiales en oogonios. Estos oogonios sufren repetidas divisiones mitóticas, dando lugar a los oocitos primarios que son células diploides (dos cromosomas), en el momento de eclosión del oocito se encuentra en fase paquitena, ahí evoluciona pasa a la fase de diplotena en la cual permanece meses o años, en unas 24 horas antes de que se produzca la ovulación es cuando ya listo para ovular, y ahí entra al proceso de división reducional, dando lugar a un oocito haploide ( $n$  cromosomas) o oocito secundario y la expulsión del primer corpúsculo o glóbulo polar en el caso de las aves, al ser la hembra heretogamética, la segunda división de maduración con la correspondientes expulsión del segundo glóbulo polar, en el infundíbulo, tras la ovulación y la fecundación (Sauveur, 1993).

### 2.3.4.-FORMACIÓN DE LA YEMA DE HUEVO. (VITELOGÉNESIS).

El vitelogénesis o deposición del vitelo o yema de huevo en el interior de un folículo ovárico. Cronología y regulación de la deposición del vitelo, es un proceso muy largo que se inicia en la pollita cuando es muy joven y concluye justo antes de la ovulación. Este proceso se divide: (Hafez, 2002)

- a) *Fase inicial de crecimiento lento.* Cesa el crecimiento común de todos los óvulos; algunos de ellos permanecerán con la dimensión descrita durante meses y años.
- b) *Fase intermedia.* Después de que un folículo determinado haya sido, elegido, entre el amplio conjunto de folículos indiferenciados, su tamaño pasa, en unos 60 días de 1 a 4mm. Se denomina vitelo blanco.
- c) *Fase de crecimiento.* Durante los 8 a 10 días que preceden a la ovulación, el crecimiento del ovulo es muy rápido y su peso pasa de unos 200mg a 15-18g. La yema formada presenta alternancias, es atribuible a capas sintetizadas durante la noche o durante el día. simultáneamente tiene lugar la migración del oocito hacia la superficie folicular. La duración de esta fase de gran crecimiento puede estar comprendida en casos extremos entre 6 y 14 días para la gallina la yema alcanza su peso máximo en el 5°mes de puesta. (Sauveur, 1993).

### **2.3.5 ORIGEN DE LOS CONSTITUYENTES DE LA YEMA.**

Aunque la composición detallada de la yema viene expuesta en varios libros se trata fundamentalmente de una emulsión de agua lipoproteínas y proteínas (además de minerales y pigmentos). Ninguna de estas sustancias es sintetizada por el ovario; todas ellas son aportadas por vías sanguíneas y procedan, en su mayoría de hígado, cuya actividad hipogénica se multiplica por 10 cuando el ave alcanza su madurez sexual (Morales, 2002).

En función de su especificidad las proteínas de la yema pueden clasificarse en dos categorías, las livetinas. Que no son proteínas específicas de la yema sino proteínas plasmáticas normales que se acumulan selectivamente en la yema donde alcanzan un nivel de presencia superior al que tienen en el plasma. Entre un 50 y un 60 por 100 de estas proteínas proceden del hígado (Morales, 2002).

Las otras proteínas (fosfovitas, las lipoproteínas lipovitulina y los estrógenos), actúan sobre el hígado a tres niveles. Induciendo la síntesis de ácidos nucleicos específicos de las proteínas de la yema y el Incrementando la síntesis de proteínas no específicas (livetinas). En el caso de la pollita la síntesis hepática de lipoproteínas específicas de la yema se inicia a partir de la octava semana, disminuye cuando deja de poner, la situación del oocito en la yema es la fase del crecimiento folicular lento el oocito permanece situado en la parte central de ovulo la yema se orienta en función de su peso y el polo más ligero (Morales, 2002).

## **2.4.-FORMACIÓN DEL HUEVO.**

Para efecto del presente trabajo nos estaremos refiriendo al huevo de gallina (*Gallus gallus*) destinado para consumo humano, de tal manera que dicho producto puede definirse como una fuente de energética de proteínas perfectamente equilibradas de proteínas y perfectamente equilibradas de grasas fácil de digerir. La gallina produce un huevo cada 24-26 horas, independientemente de que estos sean o no fecundados por un gallo. De hecho, en las granjas de producción de huevos solo hay gallinas ponedoras y no hay gallos, por lo que los huevos que se comercializan no están fecundados y, por tanto, no se pueden incubar para que nazcan pollitos.

El éxito de este proceso de formación del huevo se basa en que las gallinas sean alimentadas con nutrientes de alta calidad y mantenidas en situación de confort ambiental y óptimo estado sanitario. La gallina selecta inicia la puesta de huevos hacia las 20 semanas de vida, tras un período de crecimiento y desarrollo adecuados que le permiten alcanzar la madurez sexual. El aparato reproductor de la hembra está formado por ovario y oviducto (Lobato, 2009).

### **2.4.1.- FORMACIÓN DEL HUEVO EN EL OVIDUCTO.**

La ovulación propiamente dicha está asegurada por la ruptura o apertura del folículo a nivel estigma. La captación de la yema por otra parte del infundíbulo constituye la primera etapa de la actividad del oviducto. Por término medio, unas 24-26 horas más tarde el huevo, totalmente formado es expulsado a través de la cloaca ovoposición. Desde que la yema entra en el infundíbulo hasta en el momento de la ovoposición el huevo en formación discurre a lo largo del oviducto, en este proceso de transito sucede en las siguientes etapas:

- a) Conclusión de la membrana vitelina en el infundíbulo.
- b) Secreción de las proteínas del albumen en el mágnium.
- c) Secreción de las membranas de la cascara del istmo.
- d) Hidratación del albumen y secreción de la cascara en el útero.
- e) Ovoposición (Hafez, 2002).

#### **2.4.2- FUNCIÓN SECRETORA DEL INFUNDÍBULUM.**

La actividad secretora del infundíbulo se limita a asegurar el depósito de la capa externa de la membrana vitelina. Esta capa está constituida por pequeñas fibras de composición muy parecida al albumen denso, y representa casi dos tercios (5 a 8  $\mu\text{m}$ ) del espesor total de la membrana (8 a 11  $\mu\text{m}$ ). Dicha capa juega un papel muy importante en la protección de la yema contra las transferencias de agua procedentes de la clara (Hafez, 2002).

#### **2.4.3.- SECRECIÓN DE LA CLARA EN EL MAGNUM.**

La composición detallada de la clara se trata de una solución acuosa de proteínas y de minerales la clara de un huevo medio de gallina contiene, aproximadamente, unos 4g de proteínas puras, todas ellas son sintetizadas y segregadas por el magnum (Hafez, 2002).

##### 2.4.3.1.- Síntesis de las proteínas de la clara en el magnum.

Las proteínas de la yema se efectúan en el hígado las proteínas de la clara se sintetizan a nivel local por la pared del magnum. Esta síntesis tiene lugar de manera casi continua entre el paso de dos yemas consecutivas y es especialmente elevada inmediatamente después de uno de estos pasos, de esta forma la cantidad de proteínas almacenadas en la célula del magnum no es muy superior a la depositada sobre una yema, puede corresponder al valor de dos huevos (Sauveur, 1993). Las células caliciformes del epitelio son las que segregan la avidina y la ovomusina, por su parte de ovoalbúmina y la lisozima son segregados por las células de las glándulas tubulares, la síntesis de las proteínas del albumen en el magnum depende de las hormonas esteroideas del ovario. Esta regulación es extremadamente compleja puesto que la síntesis de cada proteína parece regulada por un equilibrio diferente entre estrógenos, progesterona e incluso la propia testosterona, así la síntesis de la avidina exige un tratamiento previo con estrógenos seguido de una breve descarga de progesterona (Sauveur, 1993).

#### 2.4.3.2.- Depósito de proteínas de la clara sobre la yema.

La yema penetra en el magnum unos 15 a 20 minutos después de la ovulación y lo abandona al cabo de unas 3 horas y media. Según va avanzando recibe las proteínas acumuladas en las células epiteliales en forma de gránulos de secreción cuyas expulsiones a la luz del magnum están garantizados por las invaginaciones de las membranas celulares que, al fusionarse con las de los gránulos permiten su liberación (Sauveur, 1993).

#### 2.4.3.3.-Secreción de agua y de minerales en el magnum.

Cuando el huevo en formación abandona el magnum, el albumen tiene una forma de masa espesa gelifica que contiene alrededor de 15 g de agua, es decir, la mitad del que será el contenido final de agua del huevo terminada. La clara posee ya el 80% de su contenido final en sodio, del 60 al 70% de calcio y magnesio, 50% de cloro (Sauveur, 1993).

#### **2.4.4. ACTIVIDAD EN EL ISTMO.**

El huevo en formación tiene lugar 3.5-3.75 horas tras la ovulación, en el tramo del oviducto el huevo permanece 60 a 70 minutos, a medida que va avanzando, se va recubriendo de fibras proteicas denominadas membranas testáceas o coquiliarias. El material secretado en el istmo proviene, de las glándulas tubulares que, al contacto con el agua, se dilatan y van formando una red fibrosa muy densa. La propia distención de las paredes del istmo, provocada por el avance del huevo del huevo en formación y sirve de estímulo para desencadenar la mencionada secreción.

#### **2.4.5.- ACTIVIDAD EN EL ÚTERO.**

En el útero permanecerá unas 20 horas antes de ser expulsado, es evidente que la formación de la cascara es un proceso mucho más lento que el de la formación de la clara y aunque más rápido que la formación de la yema que dura varios días.

#### **2.4.6.-ACTIVIDAD CONTRÁCTIL DEL OVIDUCTO Y OVOPOSICIÓN.**

Habitualmente se admite que una ovulación se produce con un desfase de 10 a 30 minutos respecto de la ovoposición precedente. Las contracciones uterinas alcanzan su punto álgido y provocan , primero el paso del huevo a la vagina y unos minutos después , su expulsión al exterior ovoposición (Sauveur, 1993).

## 2.5.- ESTRUCTURA DEL HUEVO.

La estructura del huevo está diseñada por la naturaleza para dar protección y mantener al embrión del que surgiría el pollito después de la eclosión. Su contenido es de enorme valor nutritivo, capaz por sí mismo de dar origen a un nuevo ser vivo. Por esta razón, el huevo se encuentra protegido de la contaminación exterior por la barrera física que le proporcionan su cáscara y membranas y por la barrera química que le proporcionan los componentes antibacterianos presentes en su contenido. El corte transversal de un huevo permite diferenciar nítidamente sus partes: la cáscara, la clara o albumen y la yema, separadas entre sí por medio de membranas que mantienen su integridad. Es importante tener en cuenta la estructura del huevo para comprender cómo debe ser manipulado con el fin de garantizar la máxima calidad y seguridad de este alimento. El peso medio de un huevo está en torno a los 60 g, de los cuales aproximadamente la clara representa el 60%, la yema el 30% y la cáscara, junto a las membranas, el 10% del total (Quintana, 2013). Las habituales dimensiones de un huevo de gallina de 60g son las siguientes.

- a) Eje longitudinal 5,8cm.
- b) Eje transversal 4,2cm.
- c) Perímetro longitudinal 16cm.
- d) Perímetro transversal 13cm.
- e) Volumen 55cm<sup>3</sup>.
- f) Superficie 70cm<sup>2</sup>. (Sauveur, 1993).

### 2.5.1.- ESTRUCTURA INTERNA DEL HUEVO.

El huevo está compuesto por, yema o Vitelio, la clara o albumen, las membranas coquiliarias, y la cascara.

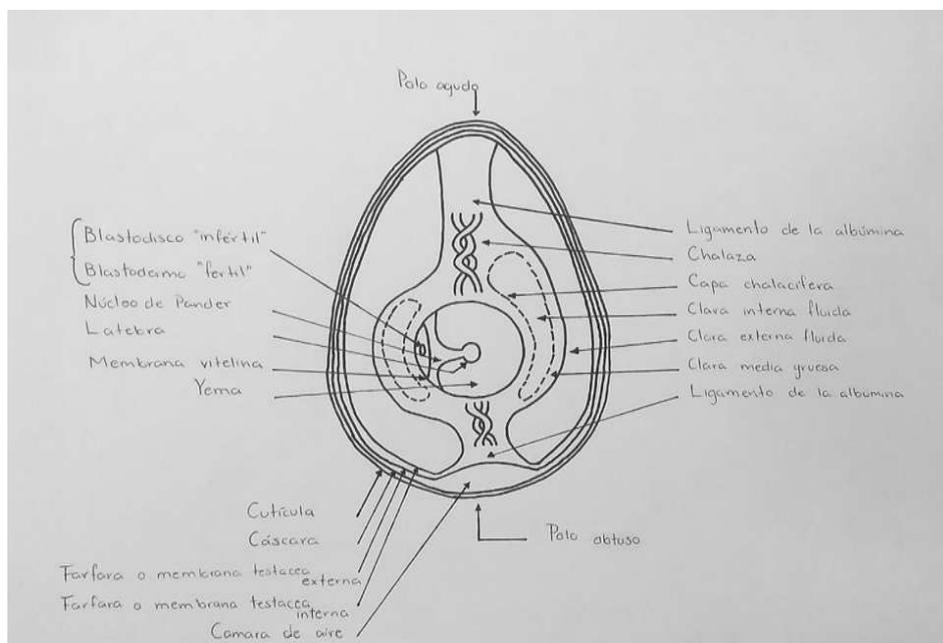
- a) *Yema*: Se encuentra totalmente rodeada de una membrana, transparente, muy fina, denominada membrana, esta membrana está formada por 4 capas superpuestas: dos de origen ovárico zona radiata y capa perivitelina). En la superficie de la yema se puede apreciar un pequeño disco claro (blastodisco).

Lugar donde tiene lugar la división celular embrionarias, cuando el huevo esta fecundado, el resto de la superficie muestra un color amarillo- naranja uniforme.

El albumen del huevo: es el resultado de la yuxtaposición de 4 zonas físicamente diferentes (Quintana, 2013).

- a) *Albumen fluido externo.* Está en contacto con las membranas coquiliarias o testáceas, cuando el huevo se rompe sobre una superficie plana, este albumen es precisamente el que se extiende con rapidez.
- b) *Albumen denso.* Se encuentra unido a los dos polos o extremos del huevo, presenta un aspecto de gel.
- c) *Albumen fluido interno.* Se encuentra ubicado entre el albumen denso y la yema.
- d) *Chalazas.* Son una especie de filamentos dispuestos en espiral que va desde la yema a los dos polos del huevo atravesando el albumen denso, las chalazas son las responsables de que la yema se halle suspendida en el interior del huevo. Su ruptura da lugar a que la yema se adhiera a la cascara (Quintana, 2013).

Imagen 1.- Componentes del huevo



Esquema: Alister Arrés 2019.

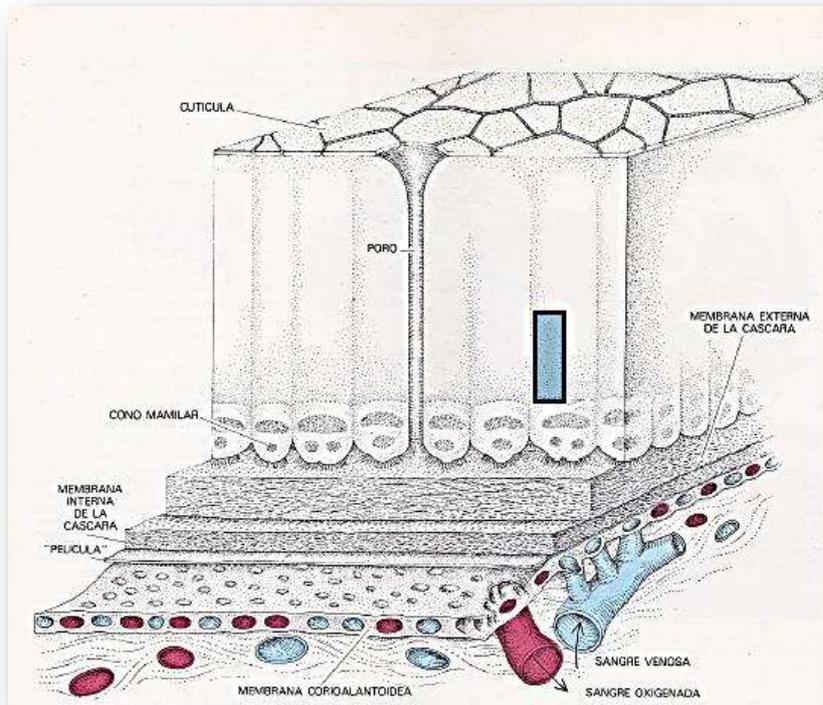
### 2.5.2.-ESTRUCTURA DE LA CÁSCARA.

En el caso del huevo de gallina, el espesor total de la cáscara está comprendida entre las 300 y las 400  $\mu\text{m}$ , está formado por una trama proteica en la que se desarrollan los cristales de carbonato de cálcico. La trama proteica puede dividirse en dos zonas: (Hermann, 1979).

- a) *La capa mamilar.* Resultado de la yuxtaposición de protuberancias cónicas, cuyo extremo está constituido por fibras que se encuentran profundamente entre mezcladas con las de la membrana coquiliar externa. En el centro de cada protuberancia se encuentra un nódulo proteico bien diferenciado (núcleo mamilar), en este punto donde se inició en proceso de calcificación (Hermann, 1979).
- b) *Capa esponjosa.* Formada por fibras dispuestas paralelamente, a la superficie del huevo, la parte mineral de la cascara puede subdividirse en varias zonas, el capuchón basal de los cristales, unido al nódulo proteico mamilar, por un sistema de clip (Hermann, 1979).
- c) *La capa de cono cristalinos.* Que se corresponden con la capa mamilar orgánica.
- d) *La capa en empalizada.* Zona de desarrollo lineal de los cristales y que supone  $2/3$  partes del espesor total de la cáscara. Esta capa se halla recubierta de una fina capa mineral amorfa que contiene, fundamentalmente, fosfato tricalcico (Morales, 2002).

La cáscara está atravesada por numerosos poros que forman especie de túneles entre los cristales, permitiendo los intercambios gaseosos entre la parte inferior y el exterior. Su número varía entre 7000 y 15,000 con una densidad que puede oscilar entre 70 y 200 poros/ $\text{cm}^2$ . Son especialmente numerosos en la zona de polo ancho del huevo, donde por ello aparece la cámara de aire, toda la superficie de la cáscara, incluso los mismos poros, se encuentra recubierta por una cutícula orgánica cuyo espesor es inferior a 10  $\mu\text{m}$ .

## IMAGEN 2 COMPONENTES DE LA CÁSCARA DEL HUEVO.



## 2.5.3.-COMPOSICIÓN DE LA CÁSCARA.

La cáscara está formada por: un 1,6 por 100 de agua, un 3,3 por 100 de proteínas, y un 95,1 por 100 de minerales. Fundamentalmente carbonato cálcico 93,6 por 100 del total de mineral, en forma calcita; las otras presentes son: carbonato de magnesio y fosfato tricálcico, el calcio representa un 37,3 por 100 del peso total de la cáscara es decir unos 2,3g para una cáscara de 6g, el carbonato 58 por 100 y el fósforo y el magnesio el 0,3 por 100 cada uno. El único oligoelemento presente en una cantidad significativa es el magnesio 7ppm su composición del albumen las partes comestibles (se excluye, en consecuencia, la cáscara contienen alrededor de un 75 por 100 de agua y un 25 por 100 de materia seca formada esta última, a partes casi iguales por proteínas y lípidos. Un huevo de 60g contiene, del orden de 6,5g de proteínas, otro tanto de lípidos y 90 kilocalorías. El albumen está compuesto, en casi su totalidad, por agua y proteínas, con algunos minerales, lo que no deja de suponer una gran originalidad para un producto comestible de origen animal el 90 por 100 de la materia seca corresponde a proteínas (Sauveur, 1993).

**2.5.4.- COMPOSICIÓN DEL ALBUMEN.**

Un huevo de 60g contiene del orden de 6.5g de proteínas, otro tanto de lípidos y 90 kcal. El albumen está compuesto, en casi su totalidad, por agua y proteínas con algunos minerales. También contiene glucosa libre una concentración doble a la que se encuentra en el plasma sanguíneo. (Morales, 2002). Las dos proteínas que juegan un papel más destacado en el tema de la calidad del albumen en estado crudo. Son la ovomucina y la lisozima. La ovomucina es una glicoproteína ácida formada por dos subunidades y la segunda, es rica en residuos glucídicos y, sobre todo, en ácidos sialícos capaces de establecer relaciones electrostáticas con moléculas cargadas positivamente (Sauveur, 1993). La ovomucina es la única capaz de formar un gel y está presente en una cantidad 10 veces mayor en el albumen denso que en el albumen fluido. La lisozima es conocida, por su acción hidrosoluble de las paredes bacterianas. En el huevo realiza un papel de antibiótico (Sauveur, 1993)

**2.5.5.-COMPOSICIÓN DE YEMA.**

La yema es una fuente de lípidos fácilmente dispersables en el agua, y que permiten la emulsión de otras sustancias. Estas propiedades se deben al alto contenido en fosfolípidos el porcentaje de los lípidos totales son triglicéridos en la gallina ese 65,0 y fosfolípidos 31,4%. Los elementos menores del huevo son minerales, vitaminas y pigmentos de la yema, los minerales que la constituyen es la ceniza 0,45-0,55 en un huevo entero de 60g. Las vitaminas son mucho más abundantes en la yema que en el albumen es el caso de las vitaminas liposolubles A,D,E y K, únicamente la riboflavina está presente en la clara y en la yema en cuanto a la nicotinamida se encuentra en el albumen, las vitaminas hidrosolubles se encuentran en grandes cantidades en la yema (Sauveur, 1993).

**2.5.6.-CUADRO 1.COMPOSICIÓN MEDIA DE LAS PARTES COMESTIBLES DEL HUEVO .**

	Gramos por huevo de 60g(excluyendo la cascara).		
	Entero	Albumen	Yema
Total	53,5-55	3,5-37	17-18.5
Agua	39.5-41.5	30-33	8,0-9,2
Materia seca	13-14.3	3,8-4,5	8,7-10,8
Proteínas	6,4-7.0	3,3-4,0	2,7-3,2
Lípidos	6,1-6,9	–	6,0-6,8
Saturados	2,3-2,5	–	2,1-2,4
Insaturados	3,5-4,0	–	3,3-3,8
Colesterol	0,24-0,27	–	024-0,27
Glúcidos	0,15-0,20	0,12-0,12	0,03-0,05
Cenizas	0,45-0,55	0,16-0,24	0,2-0,3
	Contenido energético		
Calorías	88-95	14-18	74-78

Fuente: (Buxade, 2000).

### III.-CALIDAD DEL HUEVO.

El huevo es uno de los alimentos de origen animal más completos que existen. Sin embargo, establecer las especificaciones y control de la calidad de éste para consumo humano no es un problema de fácil solución, dado que involucra numerosos factores. Muchas técnicas de laboratorio se han desarrollado para determinar la calidad del huevo, para evaluar el deterioro que éstos sufren con el tiempo, en relación a las condiciones de almacenamiento; así como también, es útil para describir las diferencias en huevos frescos provenientes de ponedoras genéticamente distintas, o cuando son sometidas a diferentes condiciones medio ambientales y nutricionales. Inciden dos aspectos trascendental importancia.

**a)** La calidad intrínseca, o lo que es lo mismo, la calidad final.

**b)** La calidad extrínseca, o lo que puede ser equivalente, la presentación.

En función de estas dos características terminales, es con la finalidad de abordar el tema de la calidad desde la base, sea permitido iniciar con el estudio de la formación, estructura y composición del huevo, para continuar con el análisis de los principales factores que afectan su calidad, los métodos para la evaluación y manejo del huevo destinado para consumo humano (Buxade, 2000).

### 3.1.- CARACTERÍSTICAS DEL HUEVO FRESCO.

El huevo no debe despedir aromas extraños o mohosos, la cáscara con aspecto normal, estado limpia, integra, sin lavar y cubierta en su totalidad por la cutícula al trasluz aparecerá la clara limpia transparente y se vislumbrará la yema, la cual no se desplazará del centro al haber girar el huevo. El disco germinal no debe estar desarrollando. La cámara de aire inmóvil y debe medir como máximo 5mm al recibirse el huevo en el establecimiento central y 8 mm al ser entregado al consumidor. Debe proceden de explotaciones avícolas en las que no existan gallos y que estén exentas de enfermedades infecciosas, examinada a la luz ultravioleta, la cáscara se caracteriza por su luminiscencia roja que en los huevos de cascara marón adopta aspecto aterciopelado, este fenómeno obedece a la ovoporfirina contenida en la cáscara del huevo, la cual puede encontrarse en proporción variables, oscilando en consonancia la intensidad de la mencionada luminiscencia roja (Morales, 2002).

Por lo tanto, un huevo se considera bueno y comestible cuando es fresco, integro) sin romper, ni cascar: el huevo sano no debe desprender olor. Mirando al trasluz es casi transparente y de color rosado uniforme, su cámara de aire es poco visible, tiene una altura de 3 mm. El peso específico de un huevo de 24 horas después de puesto oscila entre 1,0686 y 1,0903, término medio normal, de 10845. A medida que el huevo envejece pierde por evaporación parte del agua de los elementos que lo componen y entra el aire en su interior. Las hojas de la fábrega del huevo inmediatamente de puesto están pegadas, no existe la cámara de aire. Esta se inicia a los dos minutos y a las 10 horas se reconoce perfectamente su existencia, en la mayoría de los casos este espacio es visible entre los 60 minutos. La cámara de aire se forma en el polo más grueso donde la transpiración es más intensa y el cambio de gases es más fácil. La medida del crecimiento o del tamaño de esta cámara es un elemento valioso para apreciar la edad del huevo, ya que va agrandándose a medida que transcurre los días (Morales, 2002).

Al cascar un huevo fresco, la clara semeja gelatina cristal y forma una masa homogénea y adhesiva. Las chalazas se ven formando espiral sobre la cutícula de la yema como hilos muy pegados y aparecen como gelatina consistente. La yema es hemisférica de color amarillo, amarillo rojo y tiene consistencia blanda. Su cutícula es clara y transparente sin pliegue, la macula germinal engalladura cuando existe, situada en la parte alta no debe medir más de 3-4mm. El conjunto es firme, limpio y atrayente, el contenido de los huevos frescos desprende un olor suave soso, la interna de la cascara es absolutamente blanca y la fáfara es también blanca y brillante (Morales, 2002)

### **3.1.1.- LA CÁSCARA.**

La cascara es la constituye la protección exterior del huevo, no tenido ningún valor especial a no ser por lo representa de envase natural del producto. La cascara del continente de 7000 a 17000 por variando su tamaño de 13 micras en el polo ancho a 6 en el estrecho, lo confiere la permeabilidad requerida para el intercambio de gases durante la incubación, la cascara consta yendo de fuera adentro de cutícula capa caliza y membrana testácea(fáfara).

La protección la cutícula es una fina película más o menos adherida a la capa caliza. Está constituida por un tipo de extracto de diminutas esferas de glicoproteínas, la protección de la cutícula dura generalmente por lo menos cuatro días a la cabo de este tiempo su efecto protector disminuye, probablemente, porque se forman pequeñas grietas causadas por la defecación (Morales, 2002).

La capa caliza. Tiene un grosor de 0,2-0,4mm es la que da al huevo la forma peculiar. Consta de 3 estratos de cristales calcáreos ordenados de manera distinta y está atravesada por más de 7000 poros finos que desembocan en forma de poros y sirven para intercambio gaseoso. La cara superficial exhibe aspecto granuloso, que depende del tamaño de los poros y de la integridad de la cutícula, la cáscara esta coloreada de manera distinta según la raza de la gallina y aun mas según la especie. En el huevo normal la cáscara pesa de 5 a 8gr, esta proporción depende de las razas y la alimentación de las gallinas (Morales, 2002).

La cáscara está formado por una trama proteica en la que se desarrolló los cristales de carbonato cálcico. Partiendo de su parte más interior la mencionada trama proteica puede dividirse en dos zonas. El huevo de gallina típico tiene unos 10000 distribuidos en su superficie, las dimensiones y numero de los poros se determinan en las glándulas de la cascara antes de que el huevo sea puesto, después, permanecen inalterados la forma, tamaño y numero de los poros en la cascara del huevo varían según las especies de aves; y es el conjunto geométrico de los poros lo que determina la capacidad de difusión de la cáscara del huevo (Hermann, 1979).

### **3.1.2.- LA CÁMARA DE AIRE.**

La cámara de aire es un espacio existente entre las dos membranas testáceas, la interna y la externa, hallándose colocada siempre en el polo más ancho del huevo y teniendo por misión la de proporcionar el aire necesario al embrión al final del proceso de la incubación. El huevo fresco carece prácticamente de cámara de aire al hallarse las dos membranas bien adheridas entre sí.

Poco a poco, a medida que progresa el tiempo y ayudando por la acción de una buena temperatura en la incubadora esta es de unos 38°C, con lo que el proceso es muy rápido, las membranas citadas van separándose en el punto citado, dejando una cámara de aire que puede tener varios milímetros-menos 6 en el huevo fresco de altura que incluso puede llegar 1cm,0 más en el huevo conservado (Castello, 1989).

### **3.1.3.- LA ALBÚMINA O CLARA.**

Constituye alrededor del 56% peso del huevo, contiene el 88% de agua ya que actúa como el principal reservorio de ella para el embrión. Casi carente de grasas e hidratos de carbono, puede decirse que le resto está constituido por proteína. La medición de ello nos permite apreciar el grado de frescura del huevo ya que, a medida que este va envejeciendo, va aumentando la proporción de albumina fluida a expensas de la densa. La albumina contiene dos gruesos filamentos que, en forma enrollada, se dirigen desde la yema a cada uno de los polos del huevo. Son las chalazas, siendo su misión la de mantener a la yema en posición centrada, lo que hace que, con huevos viejos, al perder parte de su resistencia, esta se desplace fácilmente.

La albumina es una fuente enorme en riboflavina de 0,2 a 0,5g por 100g de albumina, sobrepasando a la mayoría de los otros alimentos (Sauveur, 1993).

#### **3.1.4.- LA YEMA.**

Es la parte más importante del huevo desde el punto de vista nutritivo ya que, aparte de su casi 50% de agua, contiene una buena proporción de grasas, proteína, vitaminas y minerales. La proteína se halla principalmente en forma de fosfoproteínas y menor proporción de otra proteína rica en azufre entre las dos aportan una cantidad extraordinaria de aminoácidos esenciales. También contiene colesterol, un alcohol cristalino que se halla en todas en todas las células animales, aunque no en los tejidos vegetales, y que es, sin duda, una de las causas que han influido negativamente en los últimos años en el consumo de huevos de algunos países. La yema contiene además cantidades elevadísima de vitaminas A1, D3, B1, B2 etc. y diversos minerales como el cobre, el manganeso, el fosforo (Castello, 1989).

### **3.2.- MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL HUEVO.**

Se considera tres partes fundamentales en los parámetros de interés práctico más que en los de índole experimental.

#### **3.2.1.- LA CALIDAD DE LA CÁSCARA.**

Para determinar la calidad de la cáscara, es necesario examinar las características siguientes: forma del huevo, color, limpieza, grosor y gravedad específica.

- a) *Forma*: En los huevos para incubar se eliminan los muy alargados, puntiagudos de un extremo los casi redondos, pues son características genéticas indeseables. Los huevos para consumo que tiene dichas características se separan para evitar su ruptura del empaquetado. La forma del huevo depende en gran medida de factores genéticos, se calculan mediante la aplicación de la fórmula índice de forma (Morales, 2002).
- b) *Color*. El color del cascaron se determina mediante la apreciación visual. es un factor genético y depende de la estirpe de las aves; Las estirpes seminíferas y pesadas, en general lo producen de color café los huevos con cascaron café muy claro no son incubables. Antiguamente, los huevos con cascaron café tenían más demanda, pero hoy en día tanto

los huevos café como los blancos provienen de gallinas acondicionadas en igual de circunstancias y con la misma alimentación, este último factor determina el sabor y el valor nutritivo del huevo (Quintana, 2013).

- c) *Gravedad específica*. Es la que más se aplica en la actualidad y se basa en el concepto de que cuanto mayor grosor tenga el cascarón, mayor densidad tendrá el huevo. Los huevos de mejor calidad son los que flotan en una densidad de 1.1 y se hunden en soluciones menos densas. Para determinar la gravedad específica (la puntuación va del 0 al 8) se separan soluciones con diferentes cantidades de sal las cuales miden con un decímetro. Para empezar la prueba se introducen los huevos en una primera solución con una densidad específica de 1.068 y los huevos que flotan en ella se califican con cero y se retiran; en seguida, los huevos que se hundieron se trasladan los huevos que se hunden en soluciones con una gravedad específica mayor (Quintana, 2013).

### 3.2.2.- LA CALIDAD DE LA ALBÚMINA.

La calidad del albumen, el primer criterio cualitativo que se considera es el de la presencia de una zona de albumen denso que forma un gel bastante firme alrededor de la yema, su valoración se efectúa mediante las unidades Haugh.

La responsable de la estructura en gel del albumen denso es la ovomucina, más concretamente la subunidad  $\beta$ , que forma con la lisozima básica interacciones electrostáticas que dan lugar a la formación de un complejo poco soluble (un gel) con una elevada rigidez los cationes bivalentes del albumen (calcio, magnesio). Son factores de cohesión del conjunto (Sauveur, 1993).

### 3.2.3.- LA CALIDAD DE LA YEMA.

Para medir la calidad de la yema se nombra índice de yema, siendo la relación entre su altura y su diámetro, en la práctica no se utiliza, la determinación de una buena calidad interna con base en las unidades Haugh ya nos señalan una buena altura de la yema, los dos caracteres que nos interesan de la yema son:

- a) *La presencia o ausencia de manchas de sangre*. Se detectan mediante el miraje de los huevos, las manchas de sangre o de carne también puede determinarse electrónicamente en la operación del miraje, siendo

apartados de forma automática los huevos que las presentan si uno dispone del equipo preciso para ello.

- b) *La pigmentación.* Es un factor de la máxima importancia para la valoración de los huevos en el mercado al existir algunos mercados que prefieren las yemas con el máximo color amarillo posible e incluso anaranjado rojizo. La pigmentación de la yema de huevo depende exclusivamente de la alimentación que recibe la gallina y más concretamente, del nivel total y del tipo de xantofilas contenidas en el alimento. Se encuentran en el maíz amarillo y en la alfalfa en algunos concentrados. La importancia de la pigmentación de la yema se explica por el coste de alimentación de la gallina. Determinación de la pigmentación puede realizarse por: abanico colométrico roche este es método subjetivo y el método objetivo es representado por el cronometro minolta (Castello, 1989).

### 3.3.- CRITERIOS PARA MEDIR LA CALIDAD DEL HUEVO.

#### 3.3.1.-ESTUDIO DEL ALBUMEN.

La calidad del albumen se refiere sobre todo a la consistencia del gel formando por el albumen denso, que es el que garantiza una buena protección de la yema, en el interior del huevo. Cuando un huevo se rompe sobre una superficie plana, esta consistencia permite que el albumen denso sea bien visible alrededor de la yema, en lugar de extenderse sobre una amplia superficie (Morales, 2002).

##### 3.3.1.1 Medición de sus propiedades físicas.

- a) *Porcentaje de albumen denso.* Es una estimación que requiere tiempo (8min) y en, en consecuencia, difícilmente aplicable a gran escala.
- b) *Espesor de albumen denso.* Después de roto huevo.
- c) *Índice de albumen.* Obteniendo dividiendo el espesor del albumen denso por su anchura media la correlación entre el índice de albumen y su espesor es de 0.98.
- d) *Comparación visual.* El huevo roto sobre una superficie plana con una serie de fotografías patrón.

e) *Unidades Haugh*. La medida más utilizada es la introducida por Haugh en el año 1939; está relacionada con el logaritmo del espesor del gel del albumen denso y se corrige en función del peso del huevo, Las precauciones a la hora de la medida de la altura del albumen denso son los siguientes, no utilizar huevos cuya temperatura interna sea inferior a 12°C. Se expresa en unidades Haugh de acuerdo con la fórmula:

$$U. H. = 100 \log_{10} [ A + 7,57 - 1,7 P.37 ]$$

**H=altura del albumen denso (mm).**

**P=peso del huevo (g).**

En el apartado de capítulo de normas se encuentra una tabla disponible para determinar unidades Haugh.

### **3.3.2.-ESTUDIO DE LA YEMA.**

La yema se achata al mismo tiempo que el albumen se hace más fluido. Se utiliza un índice de yema igual al consiente entre su altura y su diámetro. Este índice es una medida más precisa que del albumen, a causa de la mayor regularidad de las formas de la yema. Es el único método de medida utilizada habitualmente es el de la comparación, directa de la yema es una serie de colores patrón como por ejemplo los que configuran la denominada escala roche, no obstante, hay que tener cuidado cuando se utiliza la mencionada escala de trabajar con luz natural y sin modificar el ángulo de iluminación en el curso de una serie de mediciones. Este tipo de medición constituye una predicción razonable (Sauveur, 1993).

### **3.3.3.-ESTUDIO DE LA CÁSCARA.**

El estudio de la cascara abarca varios complementarios, tales como: La forma del huevo, la solides de la cáscara, su color, su porosidad. La forma del huevo viene definida por un índice que relaciona su diámetro (medido en el ecuador) con su longitud. Normalmente este índice oscila entre 0,70 y 0.75; no obstante, puede ser 0.65 para los huevos muy alargados y 0.82 para los muy redondeados.

### 3.3.3.1.-Medición de la solidez de la cáscara.

La anotación de la frecuencia de huevos rotos o fisurados al nivel de la producción es una medida que tiene en cuenta en forma simultánea la solidez de la cascara y la intensidad de las agresiones originadas o impuestas por los materiales. El segundo método es el más utilizado y lo es, fundamentalmente, bajo dos formas.

- a) *Medición (no destructiva)*. De la deformación de la cascara bajo el efecto de una fuerza determinada (500g o 1kg) aplicada sobre el ecuador del huevo.
- b) *Medición de la fuerza de rotura*. Esta técnica utiliza el mismo principio que la anterior, pero la fuerza que se aplica sobre la zona del ecuador del huevo se va incrementando hasta provocar la rotura de la cascara, muy fácil de detectar (Morales, 2002).

Otras mediciones aplicables a la cáscara. La porosidad de la cáscara puede estimar por dos vías, una directa y otra indirecta. Recuento de los poros (una vez coloreada la cascara) con ayuda de un microscopio, Medición de la pérdida de peso en una incubadora. Este segundo método (método indirecto) es el más utilizado, La rugosidad de la cáscara que refleja defectos de calcificación superficial y de secreción de la cutícula solo se puede estimar de una forma más subjetiva. Lo mismo sucede con la presencia de placas translucidas denominadas Windows por ingleses. (Sauveur, 1993).

### **3.3.4.-MÉTODOS PARA ESTIMAR LA EDAD DEL HUEVO DESPUÉS DE LA PUESTA.**

Sin duda alguna desde una perspectiva comercial, el poder estimar la edad del huevo puesto que tiene una gran importancia práctica, que un envejecimiento del huevo trae consigo una pérdida de las condiciones originales del producto. (Sauveur, 1993).

#### **3.3.4.1.-Altura de la cámara de puesta.**

La pérdida de agua que sufre el huevo, después de la puesta, a causa de la evaporación originan un aumento progresivo de su cámara de aire, el tamaño de esta cámara de aire puede constituir una referencia de la frescura del huevo. La medición de la mencionada cámara se efectúa mirando el huevo al trasluz con la ayuda de una varilla (Sauveur, 1993). No hace falta indicar, que el mencionado crecimiento de la cámara de aire depende de las condiciones de conservación del huevo (temperatura, humedad relativa, enfriamiento inicial que ha sido sometido (Sauveur, 1993).

#### **3.3.4.2.-Peso específico del huevo.**

El aumento de la cámara de aire también provoca una disminución del peso específico del huevo, como ya se comentó al hablar de la estimación de la calidad de la cascara (Sauveur, 1993).

#### **3.3.4.3.-Desplazamiento de la yema.**

La pérdida de la rigidez del albumen denso, que aparece una vez el huevo ha sido puesta, permite a la yema (de menor peso específico) desplazarse hacia la parte superior del huevo y aproximarse a la cascara. Este proceso no es fácil de cuantificar y por esta razón, es preferible, antes de efectuarla medición del desplazamiento de la yema respecto al punto central.

#### **3.3.4.4.- Unidades Haugh.**

La medición de las unidades Haugh se utiliza a menudo con el fin de intentar apreciar la frescura del huevo, no obstante, la edad de la gallina influye también de forma importante sobre dichas unidades, por lo que son difícil interpretación si no se conoce a la vez la edad y el procedencia de los huevos sujetos a

medición ( es un problema similar al expuesto al tratar de la estimación de peso específico .Las unidades Haugh permiten valorar correctamente la bondad de las condiciones de conservación del huevo después de la puesta (Sauveur, 1993).

- a) *Factores vinculados.* El peso del huevo aumenta con la edad de la gallina, alcanzando un valor final proporcional al peso corporal del ave, con las actuales estirpes comerciales, cuando la puesta se inicia a las 21 semanas, pocos son los huevos puestos con un peso inferior a los 50g; por el contrario, al final de la puesta muchos superan los 65gr.El incremento de peso del huevo es especialmente rápido durante los seis meses de puesta y alrededor de las 30 semanas de edad, presenta una ligera desaceleración, a partir de las 50 semanas dicho peso tiene hacia una asíntota. En el caso de provocar una etapa puesta el peso del huevo es elevado desde el principio y aumenta poco a lo largo de la puesta; se puede afirmar que en este caso y por término medio, el mencionado peso de 4 y 5 g superior al obtenido en la primera puesta el mencionando incremento de peso del huevo ligado al envejecimiento de la gallina está acompañado por un aumento de la importancia relativa de la yema y la disminución del porcentaje de cascara.
- b) *La precocidad sexual.* Es el principal factor que condiciona el peso del huevo al inicia de la puesta. como media se reduce a 2g si el inicio de la puesta se adelanta (Sauveur, 1993).

### 3.3.5.- CONTROL DEL PESO DEL HUEVO.

En el mercado común europeo ha adoptado siete categorías, según el peso de los huevos, el peso medio que el mercado mundial solicita es de 55 a57g.Para determinar el peso medio anual de los huevos (en el primer ciclo de postura) se puede seguir cualquiera de los métodos que se indican, pesarlos cada semana durante todo el año, pesarlos durante 10 días consecutivos en el quinto mes de postura y pesarlos cuatro días consecutivos de cada mes durante todo el año (Quintana, 2013).

### 3.3.5.1.-La clasificación de huevos de acuerdo al peso en México.

De acuerdo a la norma oficial mexicana NOM -079-2004. productos avícolas. huevo fresco de gallina. Se reconocen cinco tamaños en el huevo fresco que hay en México (Extra grande, grande, mediano, chico y canica). Los cuales están determinados por su peso que podemos apreciar en el capítulo v de normas en el apartado de clasificación de huevo en México. Especificaciones sanitarias (NMX-FF-079., 2004).

### 3.4.- CALIDAD DE LAS PARTES COMESTIBLES DEL HUEVO.

#### 3.4.1 CALIDAD DEL ALBUMEN.

Al mencionar calidad del albumen, es primer criterio cualitativo que se considera es el de la presencia de una zona de albumen denso que forma un gel bastante firme alrededor de la yema; su valoración se efectúa mediante las unidades Haugh. La responsable de la estructura en gel del albumen denso es la ovomucina, más concretamente la subunidad B, que forma con la lisozima básica interacciones electrostáticas que dan lugar a la formación de un complejo poco soluble con una elevada rigidez (Sauveur, 1993).

##### 3.4.1.1. Factores que afecta a la calidad del albumen antes de la puesta. (factores ligados al animal).

La edad de la gallina es, la primera fuente de variación de las unidades Haugh; a medida que la edad aumenta, estas disminuyen es más acentuadas entre las 21 y las 35 semanas de edad que entre las 35 y las 60. Cuando el ave llega a esta edad parece que vuelve a acelerarse la disminución de las unidades Haugh. Cuando se efectúa la muda forzada, las unidades Haugh suben hasta un valor cercano a 80. Desde 1930 era conocido que los huevos de las gallinas White Leghorn tenían un porcentaje de albumen denso que las Rhode Island. En la actualidad no siempre es cierto que los valores medios de unidades Haugh de los huevos blancos sean superiores a los de los huevos morenos. La calidad del albumen es un factor heredable. Las gallinas más productoras no ponen huevo de peor calidad interna. La calidad del albumen se ve poco afectado por: Las enfermedades bacterianas (cólera, tifus), la encefalomiélitis, enfermedad de Marek y leucosis. La que tiene más impacto sobre la calidad es la enfermedad de Newcastle y la bronquitis infecciosa cuyo virus destruyen la célula del magnum responsable de la síntesis de ovomucina. En la cual en ciertas ocasiones aparece el albumen completamente líquido (Sauveur, 1993).

### 3.4.1.2.- La alimentación.

Los factores ligados a la alimentación que afectan a la calidad del albumen son muy pocos, los aportes totales de proteínas y de aminoácidos esenciales no tienen efectos sobre este parámetro solo afecta a la cantidad de albumen producido (Mateos, 1991).

Los únicos factores de influencia identificados son:

- a) *El Vanadio*: un aporte 10 ppm disminuye las unidades Haugh después de 4 semanas.
- b) *Las sustancias acidificantes cloruro de amonio*. Aumenta de forma espectacular las unidades Haugh de 6 a 12 puntos; actúan esencialmente sobre el pH y las proporciones de calcio y magnesio del albumen. El cloruro de amonio tiene un efecto negativo sobre el depósito de la cascara, una carencia de cloro incide negativamente en la calidad del albumen.
- c) *Los subproductos de la fermentación de los granos*. Los residuos de la cerveza y solubles de las destilerías en un 10 por 100 aproximadamente, a la dieta de las gallinas, se consigue en dos de cada tres casos, un aumento de las unidades Haugh (4 a 10 puntos). Algunos otros elementos o materias primas tienen un efecto más incierto sobre las propiedades físicas del albumen. (Duran, 2009)
- d) *El magnesio*. Retrasado el descenso de las unidades Haugh del huevo tras la puesta, el nivel necesario de magnesio sería tan elevado (0,4 por 100) que originaría sin duda alguna, problemas importantes de deyecciones líquidas y un descenso de la producción.
- e) *Las algas*. Un efecto positivo débil sobre las unidades Haugh este efecto tiene lugar a unos niveles de incorporación donde se corre el riesgo de provocar ligeras desviaciones organolépticas en la yema de huevo. (Duran, 2009)
- f) *El haba panosa*. Solo ejerce un efecto a unos niveles donde perjudican el peso del huevo.
- g) *La torta de colza*. Parece ejercer un efecto más bien desfavorable sobre la calidad del albumen. (Duran, 2009)

- h) *Por último, ciertos aditivos como el arasan.* Que se emplea en el tratamiento de los granos, o algunas sulfonamidas afectan negativamente a la calidad del albumen (Sauveur, 1993).

3.4.1.3.-Medio ambiente.

El sistema de explotación de las gallinas (sobre el suelo o en baterías). No parece en cuanto tal, afectar de forma constante a la calidad del albumen, una ventilación insuficiente o mal diseñada que dé lugar a un aumento de la concentración del amoníaco en la atmosfera de la nave puede originar un descenso de las unidades , al provocar un aumento de pH del albumen en el huevo puesto un programa de iluminación fraccionada , que provoca un aumento del peso del huevo y de la cascara , no modifica significativamente las unidades Haugh, un aumento de la temperatura ambiente modifica poco la calidad inicial del albumen calidad referida al momento de la puesta. Es evidente, que una temperatura ambiente elevada contribuye de forma muy importante (como veremos en el siguiente apartado) a la degradación de la mencionada calidad después de la puesta (Sauveur, 1993).

3.4.1.4.-Factores que afectan a la calidad del albumen después de la puesta.

Las principales alteraciones físico-químicas que ocurren en el huevo después de la puesta son demasiado numerosas para poder ser descritas aquí con el detalle.

Tabla 2.-Principales alteraciones físico - químicas que afectan al albumen tras la puesta.	
Perdida de co2 y de agua	Albumen fluido externo , evaporación a través de la cascara
Rápido pH	
Elevación del punto de congelación	Albumen denso
Perdida de minerales divalentes (Ca y mg)	Licuefacción ,perdida de la estructura del gel
Modificaciones bioquímicas de las proteínas (ovomunica , conalbuminas ,etc.)	Albumen fluido interno y perdida de agua hacia la yema

Fuente : (Sauveur, 1993).

#### 3.4.1.5.-Cinética de la pérdida de agua del huevo.

La cutícula orgánica que recubre la cáscara forma al nivel de los poros, placas atravesadas por fisuras que se ensanchan con el envejecimiento del huevo, permitiendo los intercambios gaseosos entre el huevo y el medio que le rodea, el huevo micro fisurado lavado. La pérdida de agua se realiza por evaporación y es función de las cinco variables siguientes. Duración del periodo de conservación, temperatura ambiente, humedad relativa, superficie de la cáscara, porosidad de la misma, la evaporación. Es función lineal del tiempo de almacenamiento durante un Periodo de al menos, 10 meses y se traduce en una pérdida de peso de, la mencionada evaporación se traduce también en un aumento de la cámara de aire; aumento que es fácil de apreciar mediante miraje. Es importante, para limitar la pérdida de peso del huevo, enfriarlo lo antes posible una vez puesto. Lo más correcto es llevarlo a un local con temperatura controlada (de 12°-15°C, cuando se posible y con una humedad relativa suficientemente elevada (del 70 al 80 por 100) (Sauveur, 1993).

#### 3.4.1.6.-Pérdida de anhídrido carbónico: Efecto sobre el albumen.

El albumen contiene unos 4 a 5 mg de anhídrido carbónico(Co<sub>2</sub>), en forma de bicarbonato. En los días que siguen a la puesta, este co<sub>2</sub> se desprende, está pérdida de co<sub>2</sub> provoca aumento de pH del albumen , si en el momento de la puesta , el pH era de 7.4 llega a ser de 9.2 a 9.5 , al cabo de 3,6 días ( según cual sea la temperatura, el valor del pH no es un indicador valido de la edad del huevo (Morales, 2002).

### **3.4.2. CALIDAD DE LA YEMA.**

El concepto de calidad, en el caso de la yema, abarca de dos aspectos distintos su propiedad física y su color (Morales, 2002).

#### 3.4.2.1.- Propiedades físicas de la yema. transferencia de agua del albumen.

En el momento de la puesta, hay un grandiente de presión osmótica entre el albumen y la yema, que se atenúa después de forma progresiva a medida que el agua pasa del albumen hacia la yema. En principio este tránsito es lento (10mg/ día a 10°C), pero depende, como la licuefacción del albumen, de cual sea la temperatura.

Esta transferencia es debida a una alteracion de la capa externa de la membrana vitelina , inicialmente las proteínas de la yema están poco hidratadas y , en consecuencia, ejercen una fuerte atracción sobre el agua del albumen. Da lugar a :

- a) Un aplastamiento de la yema: su índice de forma disminuye.
- b) Una mayor fragilidad de la membrana vitelina, que dificulta la separación de la yema y del albumen.
- c) La aparición, bajo la membrana vitelina, de una capa más rica en agua.
- d) Una disminución muy importante de la viscosidad de la yema.

También puede ocurrir el fenómeno contrario; es decir, que estas alteraciones sean aceleradas, provocando la aparición de manchas en la superficie de la yema (es el denominado fenómeno de mottling o de yemas jaspeadas). Este fenómeno se puede dar en huevos recién puestos. Después de un periodo de almacenamiento del huevo, se constata que cuando aparece el mottling, hay proporción anormalmente alta de agua en la yema, una transferencia rápida de agua desde la yema hacia el albumen, este último adquiere una tonalidad rosácea, una penetración de proteínas en la yema, que le dan un color asalmonado. Las propiedades físicas de la yema son, un reflejo de la coloración de la yema directo del grado de frescura del huevo (Morales, 2002).

#### 3.4.2.2.-Coloración de la yema.

Es después del color de la cáscara y la frescura del producto, el tercer criterio de calidad más citado por los consumidores. El color amarillo de la yema es debido a unos pigmentos de origen alimentario, los carotenoides, muy parecidos por su estructura a la vitamina A. muchos de ellos son xantofilas, siendo los que se encuentran con más frecuencia. La luteína que constituye el 75% de los pigmentos de la alfalfa y el 53% de los del maíz amarillo y la zeaxantina; que supone el 29% de los pigmentos del maíz.

La fuente de pigmentos más utilizados son los pigmentos amarillos.

- a) *Naturales*: La alfalfa y sus derivados, el maíz amarillo y el gluten de maíz, algas, pétalos de cempoal y de caléndulas.
- b) *De síntesis*: apo – caroteno Ester.

No existe ninguna relación entre la coloración de la yema y la coloración de la cascara, ni un control genético importante de la primera (Morales, 2002).

### **3.4.3.- CALIDAD DE LA CÁSCARA.**

El tema de la calidad de la cáscara es un tema complejo en el cual se hallan involucrados los siguientes aspectos: La forma, el color, el estado de la superficie, la porosidad y la solidez. Las anomalías que suponen las cáscaras muy finas e incluso, la cuestión de la calidad de la cascara queda fuera de toda duda (Sauveur, 1993).

#### **3.4.3.1.- Importancia y localización de las rupturas de la cáscara.**

Actualmente en México, el 10 por ciento de la producción de huevo se pierde por problemas con el cascarón, en cual el país pierde aproximadamente 10 por ciento de la producción total por problemas con el cascarón, principalmente su ruptura en el proceso de embalaje, transporte y venta al consumidor (Gonzales, 2019). Puede parecer evidente que una cáscara se rompe si su resistencia es inferior a las fuerzas que le son aplicados. Esto nos permite recordar que la frecuencia de roturas depende de dos tipos independientes de factores (Sauveur, 1993).

### **3.4.4.-FACTORES DE SOLIDEZ DE LA CÁSCARA RELACIONADOS CON LA PONEDORA.**

#### **3.4.4.1.-La edad de la gallina.**

Es el primer factor de variación de la calidad de la cáscara para un peso determinado del huevo, es el peso de su cáscara disminuye ligeramente con la edad del animal, para un huevo de 62g, El porcentaje de la cáscara también disminuye a una edad determinada, el peso del huevo se incrementa a la edad de 37 semanas, el peso del huevo pasa de 56 a 66g, el peso de la cáscara pasa de 5,32g a 6,08g. El peso del huevo aumenta, con la edad de la gallina. Hay que señalar también que después de una muda forzada, el depósito de cascara vuelve a ser importante mientras el peso del huevo no se reduce (Martinez, 1984).

#### 3.4.4.2.-La precocidad sexual.

Es otro factor que influye de una manera notable sobre la cantidad y la solidez de la cáscara. Un inicio demasiado precoz del periodo de puesta trae consigo una reducción de los mencionados parámetros manteniéndose esta situación hasta el final del periodo productivo (Orozco, 1991)

#### 3.4.4.3.- Genético.

Entre las ponedoras de diferentes orígenes genéticos presentes en el mercado, se puede encontrar importantes diferencias en lo que a la solidez de la cáscara se refiere. La hora de la puesta afecta un poco a la calidad de huevo de la cascara, los huevos puestos por la tarde tienen una cáscara más sólida que los de la mañana. Los huevos de la tarde son huevos de final series y su cáscara se ha formado en parte durante las horas con luz de la mañana, las horas en las que la gallina puede consumir calcio (Bell, 1998).

#### 3.4.4.4.-Patología.

Al igual que sucede con la calidad del albumen, la solidez de la cáscara es muy sensible: Las enfermedades respiratorias que afecta la calidad del huevo son:

- a) *La bronquitis infecciosa, micoplasmosis y Newcastle.* Pueden producir efectos marcado en la hembra, la infección en pollitas no maduras puede impedir el desarrollo de oviducto parcialmente o completamente, por lo que la gallina ponen pocos huevos, en las aves adulta existe la tendencia que los huevos son escasa calidad, cáscaras arrugadas, poco pigmentadas y la clara del huevo es muy líquida. (Sainsbury, 1987).
- b) *El síndrome de caída de puesta* con huevos en fáfara. Con cáscara muy fina, que aparece después del pico de puesta y se traduce o caracteriza, por la expulsión prematura del huevo antes, o durante la formación de la cascara. Puede ser ocasionadas por el parasitismo intestinal que da lugar una disminución de la absorción de calcio de la vitamina d2. (Sauveur, 1993).

### 3.4.5.- ALIMENTACIÓN Y SOLIDEZ DE LA CÁSCARA.

Los aspectos esenciales del metabolismo fosfo-calcico vinculados a la formación de la cáscara. (Heinz, 1978)

#### 3.4.5.1.- Aporte de calcio.

Este elemento juega un papel fundamental, este aporte debe de considerarse desde tres puntos de vista diferentes: cantidad, forma y cronología. (Heinz, 1978).

#### 3.4.5.2.- Cantidad de calcio.

La producción diaria de un huevo se traduce en la exportación de 2,3g de calcio, la ponedora deberá ingerir unos 46g de calcio diario, el aporte de calcio en la dieta, expresado en porcentaje depende entre otros factores de:

- a) El total de alimento ingerido que, a su vez, su función del nivel energético de la ración.
- b) La temperatura
- c) El grado de emplume (Heinz, 1978).

#### 3.4.5.3.-Formas de aporte.

El calcio se aporta en la ración en forma de fosfato, fosfato bicalcico añadidos o fosfato tricalcico de las harinas de carne y, sobre todo de carbonato. El aporte de lactado nunca ha dado un resultado verdaderamente concluyente. El carbonato cálcico utilizado debe ser totalmente soluble es un medio no muy acido (pH 3 a 4) lo cual no siempre sucede, la gallina muestra una clara preferencia por la conchilla. Esta alimentación cálcica diferenciada tiene, además unos efectos favorables sobre: Utilización del resto de la ración. Y El estado del esqueleto de la gallina en el momento en que debe responder. Es por las tardes cuando la gallina debe poder ingerir importantes cantidades de calcio (Sauveur, 1993).

#### 3.4.5.4.- Aporte de fosforo.

La cantidad de fosforo que ingiere el ave, su exportación en el huevo es escasa; la finalidad de este mineral es fundamentalmente, la de reconstituir el esqueleto, entre dos formaciones de cascara, un exceso de ingestión de fosforo da lugar a un aumento de su nivel circulante en la sangre y como consecuencia de ellos, se frenan la movilización ósea. (Escamilla, 1971).

Otros minerales: La formación de la cáscara del huevo provoca una acidosis metabólica, cualquier compuesto de la dieta que actué en el mismo sentido utiliza una parte del poder tampón del organismo y en consecuencia. (Sauveur, 1993).

#### 3.4.5.5.- Vitaminas.

Las aves no pueden utilizar bien la vitamina D2, pero si recibir suplementos de vitamina D como la vitamina D3 que actúa de forma muy directa sobre la solidez de la cáscara y sobre la puesta, su efecto sobre la solidez de la cáscara. Los signos de deficiencia de vitamina D son huesos y picos de hule, retraso de crecimiento del esqueleto, huevos blandos, disminución de la producción de huevo y reducida incubabilidad (Avila, 2010)

La misma duda existe respecto al vitamina c, esta vitamina, aportada en el agua de bebida parece poder retrasar, cuando hay una situación de estrés termino, al aumento de la temperatura corporal y actúa favorablemente sobre la cascara (Avila, 2010).

#### **3.4.6.- EFECTOS DEL MEDIO SOBRE DE LA SOLIDEZ DE LA CÁSCARA Y LA ROTURA.**

Los principales factores del medio que tienen una influencia sobre la solidez de la cascara son:

- a) La temperatura.
- b) La humedad relativa.
- c) La composición del aire.
- d) Los programas de iluminación.

#### 3.4.6.1.- Temperatura.

Una elevación de la temperatura ambiente incide negativamente sobre la formación de la cáscara, la relación entre el peso de la cáscara por unidades y la temperatura es curvilínea responde a la expresión (Duran, 2009).

#### 3.4.6.2.- Composición de aire.

El enriquecimiento del aire con un 2 a 4 por 100 de anhídrido carbónico tiene un efecto contrario al de la hiperventilación: Aumenta la reserva alcalina sanguínea e incrementa al depósito de cáscara. Esta técnica, cuyo mecanismo fisiológico está perfectamente demostrado, no se ha podido aplicar, por las dificultades.

#### 3.4.6.3.- Programas de iluminación durante la fase de puesta.

Los días muy largos 18 horas luz tendrían la consecuencia negativa de aumentar la incidencia de los huevos pre fisurados in vivo, sobre esta cuestión, se volverá a hablar más adelante. (Buxade, 2000).

#### 3.4.6.4.- Alojamiento, instalaciones.

Las gallinas están alojadas en jaulas, como ya se ha puesto de manifiesto.

- a) La densidad de ubicación de los animales y la longitud del comedero una densidad elevada aumenta la incidencia de roturas en los huevos.
- b) Reduce el consumo en ciertas gallinas.
- c) Multiplica el número de obstáculos que se encuentra en el huevo.
- d) La recogida de huevos, este proceso se provocan numerosas fisuras causa de los choques entre los mismos. (Sauveur, 1993)

### **3.4.7.- ANOMALÍAS DE ORIGEN Y DEFORMACIÓN.**

#### 3.4.7.1.- Forma y deformaciones.

A medida que aumenta la edad de la gallina el índice de forma disminuye, el huevo se alarga, al mismo tiempo, las curvaturas de los dos polos se hacen más similares resulta más difícil distinguir el polo grueso del fino. Las deformaciones más importantes (pliegues, protuberancias, suelen ser como ya se ha comentado con anterioridad, el resultado de enfermedades respiratorias. La aparición de una zona achatada, a menudo rugosa y mal coloreada a nivel del ecuador del huevo denota la presencia simultánea de dos de ellos en el útero (Sauveur, 1993).

#### 3.4.7.2.- Huevo sin cáscara.

La presencia de huevos sin cáscara o con cascara muy fina, en un lote de ponedoras, es más frecuente de lo que habitualmente se cree, en estos huevos van a parar, directamente a la fosa de excremento, afecta 3-4 por 100 huevos puestos (Sauveur, 1993).

#### 3.4.7.3.- Huevos pre-fisurados in vivo.

Los huevos pre-fisurados in vivo son huevos cuya cascara se ha roto durante el proceso de formación incluso en el propio útero y después, en el curso de las restantes horas calcificación, ha sido mejor o peor reparada, la cáscara presenta un ligero rodete o anillo de cicatrizaciones que disminuye su resistencia a la rotura en aproximadamente un 20 a 100. Este fenómeno es más frecuente en la mañana relacionada con la agitación exagerada de las ponedoras, la víspera por la tarde cuando inicia la formación de la cáscara. Para evitar la incidencia de este problema conviene

- a) Evitar superpoblación en las jaulas y alteraciones inútiles de las gallinas al final de la tarde.
- b) Limitar la duración del día, o periodo de iluminación a 15 horas si se incrementa hasta 18 h la iluminación diaria, se duplica la frecuencia de huevos pre- fisurados in vivo.
- c) No utilizar intensidades de iluminación demasiado elevados (Sauveur, 1993).

#### 3.4.7.4.- Cáscara porosa.

Las cáscara porosa, no tiene un aspecto liso y brillante normal en el huevo, sino un tinte mate, a veces más claro de lo normal, al tocarles dejan en los dedos restos de carbonato pulverulento, en defecto o carencia puede afectar a la totalidad del huevo o solamente una zona limitada.

#### 3.4.7.5.- Cáscara rugosa con asperezas.

Las cascara con asperezas son fáciles de identificar, estas asperezas se hallan presentes sobre todo en los polos del huevo y son debidas fundamentalmente, al depósito sobre la cáscara de formación y de cuerpos extraños (descamación tisular, estos cuerpos extraños recubren la caliza (Morales, 2002).

#### 3.4.7.6.- Cáscaras manchadas.

Las cáscaras manchadas o traslucida se presenta con bastante frecuencia. Las manchas claras pueden tener una dimensión que varía desde el tamaño de la cabeza de alfiler hasta ocupar toda la superficie del huevo, la aparición de mancha es debido a la presencia en la cáscara, de agua procedente del interior del huevo, como consecuencia directa de alteraciones en la trampa proteica de la mencionada cáscara. Esta carencia es la que permite que el agua del albumen salga hacia el exterior (Morales, 2002).

#### 3.4.7.7.- Color de la cáscara.

La coloración está unida, prácticamente de forma exclusiva, al origen genético de la gallina. Además de la coloración marrón (llamadas también moreno, puede presentar una coloración azul, ligada al gen dominante de la gallina (raza araucana), el huevo blanco.

Los factores decolorantes de la cascara del huevo conocidos son poco numerosos.

- a) Infecciones respiratorias, que son mucho más importantes en la enfermedad del Newcastle y, sobre todo, la bronquitis infecciosa.
- b) Parasitismo.
- c) Utilización de sustancias como la nicarbacina tiene efecto desfavorable sobre la yema es una mezcla de dos compuestos derivados (Morales, 2002).

## **IV.-FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD DEL HUEVO.**

Los factores que puedan afectar la calidad del huevo es el ambiente que intervienen en la alimentación, almacenamiento, temperatura ambiental y la humedad. Y por otra se encuentran también los agentes biológicos que alteran la composición del huevo son bacterianos, virales y parasitarios. Y, por último, en el manejo del huevo intervienen el mantenimiento del equipo, manejo de las ves, recolección y lavado, arreglo de ponedero, su procesado y por último el transporte.

### **4.1. AMBIENTE.**

#### **4.1.1.- ALIMENTACIÓN.**

La alimentación de las ponedoras puede alterar el cascaron, la albumina y la yema, la deficiencia o falta de calcio, fosforo, manganeso o vitamina D3 en el alimento influye en la calcificación del cascaron. La causa principal de su fragilidad es la carencia o insuficiencia de calcio. Esto se agrava notablemente en época de calor en NAN2 y cuando la temperatura por fallas técnicas en NAC3 las gallinas reduce su consumo de alimento por esa causa. Las parvadas adultas al final del primer ciclo de postura, producen huevos con cascaron más delgado, debido a que las glándulas de secreción de calcio en el oviducto disminuyen la capacidad de absorción con la edad. (Rose, 1997).

#### **4.1.2.-ALMACENAMIENTO.**

El almacenamiento se recomienda evitar que se guarden otros productos como productos de petróleo, vegetales frutas, en el lugar donde almacenan huevos, pues él hace que adquieran estos olores y sabores. Si por causa accidental se almacena el huevo a su temperatura de congelación, al cual es de 2°C, cuando descógele quedara inservible, con la yema en forma de pelota de goma y la albumina con aspecto acuoso (Castellanos, 1999)

**4.1.3.- TEMPERATURA AMBIENTAL.**

El huevo con altas temperaturas mantener una temperatura elevada superior 21°C en la nave ocasiona disminución del grosor del cascaron, mientras que el almacenamiento a una temperatura alta o demasiado tiempo ocasiona licuefacción de las claras. En épocas calurosa y climas cálidos, las gallinas producen huevos con menor resistencia en el cascaron, debido a la inactividad de las glándulas secretora de calcio y porque en las aves disminuyen el consumo de alimento y no obtienen calcio suficiente para la formación de un cascaron resistente; se presenta una acidosis metabólica que repercute en la formación del cascaron. Los niveles altos de amoniaco en la caseta no solo ocasionan deterioro del tracto intestinal y del oviducto, si no también provoca adelgazamiento del cascaron y por lo cual tiende a romperse los huevos (Ramirez, 2005)

**4.1.4.- HUMEDAD.**

La condensación del agua sobre el cascaron, fenómeno también llamado sudado de los huevos, ocurren cuando el huevo es retirado de la cámara frigorífica y queda expuesto al ambiente, esto afecta la calidad de huevo, al impedir la oxigenación del producto. (Ramirez, 2005)

- a) Aumentar la temperatura del cuarto de almacén refrigeración, no es conveniente cuando se desea guardar el huevo durante largo tiempo.
- b) Reducir la temperatura del cuarto de selección o ante cámara, sin llegar a causar molestias al personal.
- c) Reducir la humedad del cuarto de selección, esta solución es la mejor y se logra con un aparato deshumidificador del ambiente (Graham, 2008).

## 4.2.- AGENTES BIOLÓGICOS.

### 4.2.1.- ALTERACIONES DEBIDAS A INFECCIONES BACTERIANAS.

Las infecciones bacterianas y las contaminaciones del cascaron suelen producir descomposición del huevo. Aunque el huevo tiene una cutícula mucilaginosa de acción bactericida sobre el cascaron, puede contaminarse fácilmente por diversas bacterias, como *seudomonas*, *echerichia coli* puede provocar un olor parecido al pescado, que no tiene nada que ver con la alimentación de la gallina. Esta bacteria se encuentra en agua, excremento (Quintana, 2013).

### 4.2.2.-ALTERACIONES POR AGENTES VIRALES.

Entre las alteraciones debidas a agentes virales se encuentra la enfermedad del Newcastle, bronquitis infecciosa, laringotraqueitis y el síndrome de la baja postura.

- a) *Enfermedad de Newcastle*. Produce cáscarones delgados en fáfara, rugoso o de forma irregular y desde pigmentados, además afecta la cámara de aire, de modo que deja móvil o en forma de burbuja suelta y produce mayor contenido de albumina fluida.
- b) *Bronquitis infecciosa*. Esta enfermedad también produce cascarones rugosos o delgados y alteraciones en la albumina del huevo.
- c) *Laringotraqueitis*. Ocasiona cierta reducción en el grosor del cascaron y alteraciones de la albumina.
- d) *Síndrome de la baja postura*. Esta enfermedad produce gran cantidad de cascarones delgados y en fáfara, rugoso, y cambios en la yema y la albumina (Quintana, 2013).

### 4.2.3.-AGENTES PARASITARIOS.

En las infecciones intestinales parasitarias se alteran a mucosa intestinal y disminuye la absorción de calcio y de los pigmentos, lo que ocasiona huevos con cáscarones más delgados, poroso o con acumulación de calcio ,yemas des pigmentadas (Quintana, 2013).

La salpingitis es una causa de dificultad en la puesta del huevo o prolapso del oviducto. Se puede comprobar la presencia de numerosas bacterias en la mucosa inflamada del oviducto procedentes de la cloaca llegan a la mucosa inflamada también dañada por falta de vitamina A. La infestación por gusanos chupadores del oviducto (*prosthogonimus pellicidus*), puede también producir salpingitis, se manifiesta por la puesta de huevos pequeños y defectuosos, deficiente actividad de puesta, llega a causar prolapso del oviducto y muerte (Hilbrich, 1995).

### **4.3.- MANEJO.**

El manejo es el conjunto de actividades que se realizan tanto en la granja como en la incubadora, destinadas a obtener el huevo para consumo o fértil en las mejores condiciones sanitarias posibles. Mantenimiento de equipo, manejo de las aves, recolección de huevo, lavado, ponedero, procesado, transporte. (Quintana, 2013)

#### **4.3.1.- MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.**

Es la supervisión sistemática del material que puede afectar la composición del huevo, como jaulas, ponederos, canastas de recolección, separadores, las jaulas rotas, con alambres abiertos o con el piso vencido ocasiona que los huevos caigan al suelo, o se rompan, cuando la canal recolectora de huevos de las jaulas está sucia, presentan marcas en el alambre en el huevo (Quintana, 2013).

#### **4.3.2.- MANEJO DE LAS AVES.**

Cuando la densidad de población es elevada, se presentan más rupturas de huevo, en el caso de las aves en jaula, cuanto mayor sea la densidad de aves, más ruptura de huevos se producirá, porque hay más posibilidades de que las aves pisen antes de rodar ala canal recolectora (Nesheim, 1994).

#### **4.3.3.- RECOLECCIÓN DE HUEVO.**

La recolección consiste en retirarlos manual o mecánicamente cuando se realizan manualmente esta tarea, se colocan las canastas recolectoras limpias, debe hacerse cada dos horas, cuando haya más de 30°C en la caseta, para evitar proliferación bacteriana y tres veces al día cuando haya menos de 30°C. La recolección rápida causa mayor roturas de huevos, algunos avicultores le ponen aceite para sellar poros (Nesheim, 1994).

#### 4.3.4.- PONEDERO.

La viruta de los ponaderos tratada con demasiados fenólicos u otros plaguicidas, o el exceso de excremento sobre el cascaron, ocurren cuando las gallinas están en el piso, transmiten olores y sabores extraños al huevo (Nesheim, 1994).

#### 4.3.5.- PROCESADO.

El proceso está constituido por las actividades que se realizan después de recolectar el huevo, hasta el momento en que se pone a la venta y comprende las etapas de clasificación, envasado o empacado y almacenaje.

- a) *Clasificación*: consiste en agrupar los huevos de acuerdo a su forma, peso y tamaño, cuando se realiza manualmente, el manejo brusco provoca, además de golpes y rajaduras, una disminución de la firmeza de la clara y yema, así como desplazamiento de la cámara de aire.
- b) *Envasado o empacado del huevo comercial*: consiste en depositar en los envases de cartón con capacidad de 12, 18, 30 huevos generalmente, si empaca en cajas 360 huevos, no se recomienda más de 6 cajas encima de otra, porque se incrementa la presión sobre las tapas inferiores y los huevos grandes con cascaron más débil se rompa fácilmente. (Quintana, 2013).
- c) *Almacenaje*: consiste en concentrar la producción de uno o varios días en un cuarto cerrado, en condiciones sanitarias ambientales específicas, deberá ser alejado de las naves reduce la contaminación del huevo. El uso de separadores y cajas viejas, rotas o humedad también causa rotura. Los separadores con restos de huevos rotos hacen que se peguen los huevos enteros y se rompan en el momento de extraerlo (Quintana, 2013).

#### 4.3.6.- TRANSPORTE.

La transportación brusca, el estado y la distancia de las carreteras o caminos a recorrer puede afectar la calidad del huevo, el porcentaje de roturas de huevo es de 0-35%, es aceptable hasta 4%. Las etapas más críticas del ciclo son: la postura, el recolectado, la selección, la transferencia y el envasado (Quintana, 2013).

## V.-NORMAS.

En este capítulo se transcriben las dos normas oficiales mexicana que rigen la calidad del huevo (NOM-159-SSA1- 2016 y la NMX-FF-079-2004). En aquellos apartados que están relacionados con el propósito del presente trabajo, es decir, sobre la calidad del huevo de gallina (*Gallus gullus*) para consumo humano:

### **5.1.-NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-159-SSA1-2016, PRODUCTOS Y SERVICIOS. HUEVO Y SUS PRODUCTOS. DISPOSICIONES Y ESPECIFICACIONES SANITARIAS. MÉTODO DE PRUEBA**

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las disposiciones y especificaciones sanitarias que deben cumplir el huevo y sus productos. Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales que se dedican a su proceso, importación y comercialización en Territorio Nacional.

#### **5.1.1.- DISPOSICIONES SANITARIAS.**

##### 5.1.1.1.- Disposiciones Específicas.

*Huevo con cascarón.* No debe emplearse, suministrarse, ni expendirse para consumo humano el huevo que presente cualquiera de las siguientes características: Estar sucio, con cascarón manchado de sangre o excremento, o tener el cascarón roto, no se deben reutilizar los envases usados para transportar, almacenar o distribuir el huevo con cascarón.

Una vez alcanzada la fecha de consumo preferente para el huevo con cascarón, debe destinarse para uso industrial, siempre y cuando sea sometido a tratamiento térmico que asegure la inocuidad del producto terminado.

El huevo con cascarón que se haya sometido a refrigeración debe de mantener la cadena de frío durante todo el proceso, es decir hasta la venta al consumidor.

Productos de huevo congelados. La congelación de estos productos debe efectuarse a temperaturas por debajo de los  $-18^{\circ}\text{C}$  y su almacenamiento a una temperatura inferior a  $-5^{\circ}\text{C}$ , los productos descongelados no deben ser congelados nuevamente.

Productos de huevo deshidratados. El producto debe retirarse de la cámara de secado y envasarse de inmediato. Estos productos deben almacenarse a temperatura ambiente, protegidos de la luz, en lugar fresco y seco.

##### 5.1.1.2.-Físicas y químicas.

Los productos objeto de esta Norma deben estar exentos de materia extraña; La prueba de  $\alpha$ -amilasa deberá ser negativa para los productos de huevo; en los productos de huevo deshidratados la humedad deberá ser menor de 8%.

#### 5.1.1.3.-Aditivos para alimentos.

Los aditivos permitidos para los productos objeto de esta Norma son los establecidos en el Acuerdo por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias y sus modificaciones.

Los residuos de medicamentos y metales pesados en huevo con cascarón, se determinarán conforme a las disposiciones aplicables establecidas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, a través del Acuerdo por el que se establecen los criterios para determinar los límites máximos de residuos tóxicos y contaminantes, de funcionamiento de métodos analíticos, el Programa Nacional de Control y monitoreo de Residuos Tóxicos en los bienes de origen animal, recursos acuícolas y pesqueros, y Programa de Monitoreo de Residuos Tóxicos en animales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de octubre de 2014.

**5.2.-NMX-FF-079-2004.PRODUCTOS AVICOLAS. HUEVO. FRESCO DE GALLINA  
ESPECIFICACIONES. NORMAS MEXICANAS.DIRECION GENERAL DE NORMAS.****5.2.1.-OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma mexicana establece las características físicas y especificaciones que debe cumplir el "huevo fresco clasificado de gallina", que se produce y/o comercializa dentro del territorio nacional, con el fin de asegurar a los consumidores un producto de calidad, que cumpla con las disposiciones sanitarias y zoonosanitarias vigentes. Esta norma mexicana aplica a todos los participantes en el proceso de producción distribución y comercialización de huevo fresco clasificado de gallina.

**5.2.2.- DEFINICIONES.**

**Calidad.** Conjunto de propiedades y características del producto, establecidas en esta norma, las cuales determinan los grados o categorías del mismo.

**Huevo de gallina.** Se entiende por huevo de gallina, el producto de figura ovoide, proveniente de la ovoposición de la gallina (*Gallus gallus*), constituido por cascarón, membranas, cámara de aire, clara, chalazas, yema y germen. El huevo proveniente de otras aves será designado con el nombre del ave correspondiente: huevo de pata, huevo de guajolote, etc.

**Refrigeración.** Método de conservación físico con el cual se mantiene el producto a una temperatura máxima de hasta 7°C.

**5.2.3.-ESPECIFICACIONES SANITARIAS.**

**Cascarón normal.** Es aquel que guarda una relación de 3 a 4 al momento de medir el diámetro ecuatorial y el diámetro máximo polar, es decir, que el diámetro polar es 25 por ciento mayor que el ecuatorial como máximo, el cascarón no debe presentar ondulaciones, lados planos, surcos, arrugas, estrías, o anillos alrededor del huevo, decoloración, cascarón frágil, así como protuberancias de material calcificado depositado en su superficie.

**Cascarón limpio.** Sin lavar, que esté exento de materia extraña y de manchas que alteren la apariencia de limpieza general de la superficie del producto.

**Cascarón deforme.** Todo aquel cascarón que no es normal y que presenta defectos como: lado plano, surcos, estrías, arrugas o que presenten anillos alrededor del producto.

**Cascarón sucio.** Sin lavar, que presente manchas o cualquier materia extraña adherida (sangre, polvo, plumas, excremento de aves, roedores e insectos, huevo, grasa, óxido, uratos), queda fuera de clasificación.

**Cámara de aire normal.** Es la que se localiza en el polo ancho u obtuso y no presenta movimiento al rotar el huevo frente al ovoscopio, debe ser fija y no exceder su tamaño de 5,0 mm.

**Cámara de aire espumosa.** Una cámara de aire rota se refleja en la formación de burbujas de aire separadas, normalmente flotan debajo de la cámara de aire, aunque pueden desplazarse a otras áreas del huevo cuando se gira lentamente frente al ovoscopio. Queda fuera de clasificación el producto con este defecto.

**Clara limpia.** Cuando es transparente, está libre de coloración o de cualquier cuerpo extraño flotando en ella; las chalazas prominentes (dos) no deben ser confundidas con cuerpos extraños como partículas de sangre o "carnosidades".

**Clara firme.** Cuando la clara es espesa o viscosa, lo que no permite ver el contorno bien definido de la yema, cuando el huevo es girado frente al ovoscopio.

**Clara razonablemente firme.** Es la que está menos espesa o viscosa que la clara firme, lo cual permite que la yema se acerque al cascarón y el contorno de ella sea ligeramente visible.

**Clara débil y acuosa.** Es la clara débil, delgada y generalmente con poca viscosidad, lo que permite que la yema se aproxime al cascarón, ocasionando que el contorno de ésta sea visible como una mancha oscura al girar el huevo en el ovoscopio.

**Clara con puntos de sangre o carnosidades.** Aquella que presenta estos elementos. Cuando la suma de uno o más de estos elementos exceda los 3,0 mm de diámetro queda fuera de clasificación.

**Clara opaca o ensangrentada.** Es aquella que presenta derrames de sangre a lo largo de su estructura, dando lugar a opacidades. Quedando fuera de clasificación el producto con este defecto.

**Yema normal (libre de defectos)** Su forma es casi esférica, de contorno ligeramente definido, de ubicación central y firmemente sostenida por las chalazas. Al rotar el huevo en el ovoscopio, da la apariencia de mezclarse con la clara que la rodea. Su movilidad es mínima. No debe presentar manchas de sangre o carnosidades.

**Yema ligeramente defectuosa.** Su forma es casi esférica, de contorno bien definido, pero no claramente cuando se observa el huevo al ovoscopio. Su ubicación es central y presenta movimientos ligeros, sin llegar al desplazamiento. No debe presentar manchas de sangre o carnosidades.

**Yema defectuosa.** Su forma tiende a ser alargada más que esférica, pero sin llegar a ser predominantemente plana. Su contorno es definido y no ha perdido su ubicación central. Podrá presentar manchas de sangre o carnosidades, siempre y cuando la suma de estos elementos no exceda los 3,0 mm de diámetro.

**Yemas anormales.** En cuanto a su forma, se encuentran aquellas alargadas o prácticamente planas, así como las rotas o estalladas. Respecto a su movilidad se consideran aquellas con desplazamiento evidente. Por otra parte, se consideran anormales las yemas de color de verde a café o que presenten anillos de sangre, disco germinativo desarrollado. Asimismo, cuando presente manchas de sangre o carnosidades cuya suma de estos elementos exceda los 3,0 mm de diámetro. Quedando el producto con alguno de estos defectos, fuera de clasificación.

**Germen ligeramente visible.** Aquel que aparece a simple vista como un punto brillante o luminoso en la yema. A la ovoscopia se aprecia como un punto opaco en la yema.

**Germen desarrollado.** Cuando la yema presente desarrollo del disco germinativo y se observa a simple vista como un área oscura y visible en la yema. Al ovoscopio no se observa la estructura interna del huevo. Quedando el producto con alguno de estos defectos, fuera de clasificación.

**Huevo dañado o perdido.** Es cuando el cascarón presenta quebraduras o rupturas que involucran a las membranas, hasta el punto en que el contenido del huevo se libera o queda expuesto al medio ambiente. **Pérdida de propiedades organolépticas.** Cualquier variación al color, olor, sabor característico de un huevo fresco, como: podredumbres negras, grises y verdes; yemas, claras o mezclas podridas; huevos agrios o con claras verdes; huevos con moho; huevos con yemas perforadas y huevos conteniendo embriones en cualquier fase.

**Huevo contaminado.** Cuando el producto contenga microorganismos, hormonas, bacteriostáticos, plaguicidas, partículas radioactivas, materia extraña, así como cualquier otra sustancia en cantidades que rebasen los límites permisibles establecidos por la Secretaría de Salud, o que afecten seriamente la apariencia, olor o sabor del producto, así como sus propiedades sanitarias, químicas o físicas.

**Categorías del huevo.** Para efectos de esta norma se reconocen cinco categorías en el huevo fresco de gallina, los cuales están determinados por su peso y tamaño y se deben aplicar a todas las clasificaciones de consumo. Dichas categorías se indican en la tabla.

**5.2.4.-TABLA 3 CATEGORÍAS POR TAMAÑO AL EMPACAR EN ORIGEN.**

Tamaño	Peso mínimo por unidad (g)	Contenido neto mínimo por docena (g)	Contenido neto mínimo por caja
<b>Extra grande</b>	Mayor de 64	768	15,3 caja de 240 piezas
<b>Grande</b>	Mayor de 60 hasta 64	720	21,6 caja de 360 piezas
<b>Mediano</b>	Mayor de 55 hasta 60	660	19,8 caja de 360 piezas
<b>Chico</b>	Mayor de 50 hasta 55	600	18,0 caja de 360 piezas
<b>Canica</b>	Menor o igual a 50	--	

**5.2-5.-CLASIFICACIÓN.**

GRADOS DE CLASIFICACION	CASCARON	CAMARA DE AIRE	CLARA	YEMA
México extra	Normal, íntegro y limpio	Normal y no exceder los 3.2mm	Limpia, firme y transparente, de tal forma que los límites de la yema sean ligeramente definidos. La altura de la albumina es de más de 5.5mm o en unidades haugh mayor a 70.	De forma redondeadas libre de defectos. ubicada en el centro, sin manchas de sangre y carnosidades, el disco germinativo imperceptible. el color puede ser entre 9 y 13 en el abanico colorímetro de roche.
México 1	Normal , íntegro y limpio	De normal a ligeramente móvil, puede presentar movimientos ondulatorios limitados , pero sin burbujas y no exceder los 5.0 mm.	Transparente y firme, permitiendo ver los bordes de la yema cuando el huevo se rota a la luz ovoscopico. La altura de la albumina es de más de 4.2mm o unidades haugh de 61 a 70.	De forma redondeada, libre de defectos, ubicada en el centro, sin manchas de sangre y carnosidades, el disco germinativo imperceptible. El color puede ser entre 9 y 13 en el abanico de roche.
México 2	Puede presentar anormalidades, pero debe estar intacto, libre de manchas o excremento adherido , sangre u otros materiales.	Puede presentar movimiento ondulatorio limitado y libre de burbujas , profundidad no mayor a 6.00 mm.	Puede ser débil y acuosa , de forma que la yema se acerque al cascaron, provocando que esta aparezca poco visible, como una mancha oscura al girar el huevo en el ovoscopio, puede presentar puntos de sangre o carne, siempre y cuando en su conjunto no excedan los 3.1mm.la altura de la albumina es de más de 2.2mm o en unidades haugh de 31 a 60.	Puede aparecer oscura y estar ligeramente aplanada o alargada, se desplaza fuera de la posición céntrica y con un disco germinativo visible, pero sin sangre. Él puede ser entre 9 y 13 en el abanico colorimétrico de roche.
Fuera de clasificación	Lavado, sucio, manchados de sangre , excremento o cualquier materia extraña, quebrado.	Que este libre o espumosa , o que sea mayor de 6.0 mm	Cuando tenga cuerpos extraños o manchados, que solas o en conjunto tengan un tamaño mayor a 3.1mm o bien, cuando aparezca turbia.	Oscura, no céntrica de conformación anormal, con disco germinativo desarrollado y crecimiento microbiológico.

**5.2.6.- CLASIFICACIÓN DE TOLERANCIAS.**

Tolerancia para la calidad				Tolerancia de tamaño	
Grado de clasificación	%de Tolerancia para calidad	Cascaron quebrado		% de Tolerancia para el tamaño	
		En huevo de canica a grande	Huevo extra grande		
México extra en origen	87%Mexico extra , 13%Mexico 1,2.	No más de 0,5%	No más de 0,7%	% de tolerancia para tamaño	
México extra destino	72%Mexico extra 18%Mexico 1 10%Mexico 2	No más de 1,0%	No más de 0,7%	5,0% de la categoría de tamaño inmediata interior a la declarada	
México 1 en origen	87%Mexico o México extra 13% México 2	No más de 0,5%		10,0% de la categoría de tamaño inmediata interior a declarada	
México 1 destino	82%Mexico 1 o México extra ,17,5 México 2 , 0,5 fuera de clasificación	No más de 1,5%	No más de 2,0%	10,0%de la categoría de tamaño inmediata inferior a la declarada	
México 2	90%Mexico 2 o superior 1,0%fuera de clasificación	Nomás de 9,0%		10,0 de la categoría de tamaño inmediato inferior a la declarada	
México 2 en destino	82% México 2 o superior		nomás de 15,0%	10,0% de la categoría de tamaño inmediata interior a la declarada	

**5.2.7.-ETIQUETADO.**

**Las etiquetas de los productos objeto de esta norma.** Deben presentar como requisito mínimo la siguiente información, en lugar visible, con tipografía clara y ostensible: El envase o empaque debe presentar como mínimo la siguiente información: Denominación del producto, marca registrada o razón social y domicilio fiscal (incluyendo código postal) del productor o empacador, país de origen con la leyenda "Producido en México".

Grado de clasificación del producto, categoría por tamaño del producto, fecha de colecta del producto, fecha de caducidad, lote, contenido neto, instrucciones para su conservación, uso, preparación y consumo.

**El embalaje por su parte debe contener como mínimo la siguiente. Información:** Denominación del producto, marca registrada o razón social y domicilio fiscal (incluyendo código postal) del productor o empacador, país de origen con la leyenda "Producido en México". Fecha de empaqueo, fecha de caducidad, contenido neto, leyenda " Consérvese en lugar fresco y seco.

Toda la información contenida en el etiquetado debe presentarse en idioma español, sin perjuicio de que se exprese en otros idiomas, cuando la información se exprese en otros idiomas, debe aparecer también en español, cuando menos con el mismo tamaño y proporcionalidad tipográfica y de manera igualmente ostensible.

**5.2.8.-APÉNDICES NORMATIVOS MÉTODOS DE MEDICIÓN PARA DETERMINAR EL GRADO DE CLASIFICACIÓN DEL HUEVO.**

- a) Método empleado para la medición de la cámara de aire en el huevo fresco es por medio de la observación o miraje del mismo producto del reflejo de luz directa producida por un ovoscopio con una lámpara incandescente de al menos 40 W en un cuarto oscuro.
- b) El procedimiento para la medición es el siguiente: Del 1 % del lote a inspeccionar en número de cajas, seleccionar de cada caja una muestra aleatoria de cinco (5) huevos e identificarlos.
- c) Cada huevo debe ovoscopiarse con precaución, marcar una línea alrededor de donde se observa el límite inferior de la cámara de aire en el polo obtuso.

- d) Posteriormente se debe de medir la profundidad de la cámara por medio de una escuadra graduada en milímetros, considerando la altura a partir del tope del polo obtuso a la línea más lejana marcada. Obtener el promedio por muestra.

#### **5.2.9.-APÉNDICE NORMATIVO B “DETERMINACIÓN DE LA EDAD DEL HUEVO A TRAVÉS DE UNIDADES HAUGH.**

- a) El método más popular para la medición de la frescura del huevo es por medio de unidades Haugh, las cuáles conforman una escala de 0 a 110 donde a menor valor, mayor es el envejecimiento del huevo.
- b) Del 1 % del lote a inspeccionar en número de cajas, seleccionar de cada caja una muestra aleatoria de cinco (5) huevos e identificarlos.
- c) Pesarse cada huevo individualmente y registrar sus datos.
- d) La prueba debe efectuarse a una temperatura de 20°C - 22°C. Se procede a romper un huevo y depositarlo en una superficie lisa o plana limpia.
- e) Determinar con un calibrador especial (trípode vernier o en su defecto una regla graduada) la altura de la albúmina localizada entre la yema y el borde exterior de la clara densa (la más cercana a la yema) y registrar los datos. Repetir esta medición para cada una de las 5 muestras seleccionadas. Nota: La medición se efectúa sobre la albúmina densa lo más cercana posible a la yema sin involucrar ésta. Con los valores del peso y la altura de la clara densa se consulta la tabla 5, para determinar las unidades Haugh de cada huevo. Calcular la media y desviación estándar de cada una de las muestras.

**5.2.10.- TABLA 6. PARA DETERMINAR UNIDADES HAUGH.**

Altura mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Peso g															
<b>40</b>	28	46	59	69	77	84	90	95	100	104	108	111	114	117	120
<b>41</b>	27	45	59	69	77	84	89	95	99	104	107	111	114	117	120
<b>42</b>	25	45	58	68	76	83	89	94	99	103	107	111	114	117	120
<b>43</b>	24	44	57	67	76	83	89	94	99	103	107	110	114	117	120
<b>44</b>	22	43	56	67	75	82	88	94	99	103	107	110	114	117	120
<b>45</b>	21	42	56	66	75	82	88	94	98	103	106	110	113	116	119
<b>46</b>	19	41	55	66	74	82	88	93	98	102	106	110	113	116	119
<b>47</b>	18	40	54	65	74	81	87	93	98	102	106	110	113	116	119
<b>48</b>	16	39	54	65	74	81	87	93	98	102	106	109	113	116	119
<b>49</b>	14	38	53	64	73	81	87	92	97	102	106	109	113	116	119
<b>50</b>	13	37	52	64	73	80	86	92	97	101	105	109	113	116	119
<b>51</b>	11	36	52	63	72	80	86	92	97	101	105	109	112	115	118
<b>52</b>	9	35	51	63	72	79	86	92	97	101	105	109	112	115	118
<b>53</b>	7	34	50	62	71	79	86	91	96	101	105	109	112	115	118
<b>54</b>	5	33	50	62	71	79	85	91	96	101	105	108	112	115	118
<b>55</b>	3	32	49	61	71	78	85	91	96	100	104	108	112	115	118
<b>56</b>	1	31	48	60	70	78	85	90	96	100	104	108	111	115	118
<b>57</b>		30	47	60	70	78	84	90	95	100	104	108	111	115	118
<b>58</b>		28	47	59	69	77	84	90	95	100	104	108	111	114	117
<b>59</b>		27	46	59	69	77	84	90	95	99	104	107	111	114	117
<b>60</b>		26	45	58	68	77	83	89	95	99	103	107	111	114	117
<b>61</b>		25	44	58	68	76	83	89	94	99	103	107	111	114	117
<b>62</b>		24	44	57	68	76	83	89	94	99	103	107	111	114	117
<b>63</b>		23	43	57	67	76	83	89	94	99	103	107	110	114	117
<b>64</b>		22	42	56	67	75	82	88	94	98	103	107	110	113	117
<b>65</b>		20	41	56	66	75	82	88	93	98	103	106	110	113	116
<b>66</b>		19	41	55	66	74	82	88	93	98	102	106	110	113	116
<b>67</b>		18	40	55	65	74	81	88	93	98	102	106	110	113	116
<b>68</b>		17	39	54	65	74	81	87	93	98	102	106	110	113	116
<b>69</b>		15	38	53	65	73	81	87	93	97	102	106	109	113	116
<b>70</b>		14	38	53	64	73	80	87	93	97	102	106	109	113	116
<b>71</b>		12	37	52	64	73	80	87	92	97	101	106	109	112	116
<b>72</b>		11	36	52	63	72	80	86	92	97	101	106	109	112	116
<b>73</b>		10	35	51	63	72	80	86	92	97	101	106	109	112	115
<b>74</b>		8	34	51	62	72	79	86	92	96	101	106	109	112	115
<b>75</b>		7	34	50	62	71	79	86	91	96	101	106	109	112	115
<b>76</b>		5	33	49	62	71	79	85	91	96	101	106	108	112	115
<b>77</b>		3	32	49	61	71	78	85	91	96	100	104	108	112	115

## **VI.-CONCLUSIÓN.**

El huevo es un alimento de excelentes cualidades nutricionales para el humano, además de constituirse en una de las proteínas de origen animal para consumo humano más económicas y que contiene los aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y grasas de fácil digestión en proporciones que coadyuvan de manera importante a cubrir los requerimientos nutricionales en las diferentes etapas de la vida.

Es muy importante conocer las características estructurales, fisicoquímicas y sanitarias de un producto como el huevo, que es base de la alimentación humana para estar en condiciones de valorar su calidad.

El huevo fresco es vulnerable a las condiciones en que se maneje a lo largo de los procesos desde su recolección después de la puesta, hasta su llegada a la mesa de un consumidor, pasando por el acopio, embalado, transporte, almacenamiento, conservación comercial, distribución, adquisición, conservación doméstica y finalmente el consumo, por lo que el producto es sujeto de evaluación en todas y cada uno de dichos momentos y procesos, a fin de garantizar aptitud para el consumo de un producto en condiciones aceptables para el aporte nutricional y las mejores condiciones sanitarias que contribuyan a la preservación de la salud pública.

A pesar de contarse con normas referidas a la clasificación de la calidad del huevo y disposiciones para las condiciones en que ha de garantizarse las cualidades óptimas o mínimo deseables para la comercialización, distribución y consumo del huevo, en la práctica, consideramos que estas son poco conocidas y poco observadas por quienes tendrían relación con el manejo de este importante alimento.

También es poca la participación de profesionales de la medicina veterinaria en la verificación del huevo, desde la puesta del mismo, hasta la mesa de los consumidores, por lo que habría que esperar que las autoridades, los legisladores y el gremio organizado de nuestra profesión, hicieran lo propio para revertir tal situación.

## VII.-BIBLIOGRAFÍA.

1. Avila, g. e., 2010. Alimentacion de las aves. México D.F: Trillas.
2. Bell, M. N. y. D. d., 1998. Manual de producción avicola. Tercera edición ed. oceanside, California : El manual moderno , S.A de C.V..
3. Benavidez, M. v. c. y. L. m., 2015. El huevo de gallinas. Mitos y realidades,morelia, México, pp. 1-2.
4. Buxade, C. C., 2000. La gallina ponedora. 2ª edición actualizada y ampliada ed. Madrid España: Mundi -prensa.
5. Castellanos, e. f., 1999. Manuales para educacion veterinaria aves de corral. 1er edición ed. Mexico D.F: Trillas .
6. Castello, I. j. A. f. f. g. y. m. p. p., 1989. Producción de huevos. Primera edición ed. España: Real escuela de avicultura.
7. Duran, R. f., 2009. Manejo y nutricion en aves de coral contruciones equipo manejo nutricion. 1er edición ed. Colombia : Grupo latino editores .
8. Escamilla, a. I., 1971. Manual practico de avicultura moderna. 1er edición ed. México df : continental s.a..
9. Fernández, s., 2000. huevo omega 3. Pananá, XVI Congreso centroamericano del caribe.
10. Gonzales, L. C., 2019. Alimentación en aves. Preparado de alimento de aves para disminuir la microfractura del cascara, 21 abril, p. 1.
11. Graham, c., 2008. Eleccion y cria de pollos y gallinas. 1er edición ed. barcelona, españa : Omega .
12. Hafez, E., 2002. Reproducion e inseminacion artificial en animales. septima edición ed. Detroit, Michigan: Mc.Graw.Hill.
13. Heinz, j. y. g. f., 1978. Nutricion de aves. 2edición ed. Valencia : Acribia .
14. Hermann, R. A. A. y. C. v. P., 1979. Como respiran los huevos de las aves. investigacion cientifica.Alemania , Volumen 12, pp. 3,5.
15. Hilbrich, p., 1995. La gallina. 1 er edición ed. Alemania : Behringwerke ag .
16. Lobato, M. d. M. F. y. A., 2009. El gran libro del huevo. 1er edición ed. España : Everest, S. A..
17. Martinez, R. O., 1984. Gallinas ponedoras. 1 edición ed. Buenos aires Argentina : Albastros , Hipolito yrigon

18. Mateos, G. C. d. b. y., 1991. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. 1 Edición ed. Madrid, España: Aedos.
19. Morales, M. d. p. L., 2002. Evaluación de dos métodos de conservación del huevo, refrigeración doméstica e inmersión en ceniza. Zitacuaro Michoacán, s.n
20. Nesheim, R. E. M. C., 1994. Producción avícola. 13a ed. México d.f: El manual moderno, S.A de C.V.
21. NMX-FF-079., 2004. Productos avícolas - Huevo fresco de gallina – especificaciones y métodos de prueba.
22. NOM-159-SSA1-2016, 2016. Productos y servicios. Huevo y sus productos . Disposición sanitarias. Método de prueba.
23. Orozco, f. p., 1991. Mejora genética avícola. 1er edición ed. Madrid, España : agroguias mundi -prensa .
24. Quintana, j. a., 2013. Avicultura manejo de las aves domésticas más comunes. cuarta edición ed. México d.f: trillas, S.A de C.V..
25. Ramirez, F. D., 2005. Manual de explotación en aves de corral.. 1 Edición ed. Bogotá, Colombia : Grupo latino .
26. Rose, D., 1997. Principios de la ciencia avícola. Primera edición ed. España: Acribia, S.A..
27. Sagarpa, 2010. Manual de Buenas Prácticas pecuarias producción de Huevo para Plato. México: s.n.
28. Sainsbury, D., 1987. Aves sanidad y manejo. 1 er edición ed. España : Acribia S,A.
29. Sauveur, B., 1993. El huevo para consumo: bases productivas. segunda edición ed. Madrid: Aedos.
30. Tudor, J. W. G. y. d., 1965. Industria avícola , explotación en grande y pequeña escala. 1 edición ed. E.U.A: Herrero hermanos, sucesores , s.a , editores de México.