UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE MESA ALMACENADO A DIFERENTES TEMPERATURAS EN GALLINAS PONEDORAS SUPLEMENTADAS CON TRES TIPOS DE VEGETALES"

Tesis de grado previo a la obtención del Título de Médico Veterinario Zootecnista

Autor:

Nixon Guillermo Sozoranga Ortiz

Director:

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN

Dr. GALO VINICIO ESCUDERO SÁNCHEZ Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

C E R T I F I C A:

Que se ha CONCLUIDO DENTRO DEL CRONOGRAMA APROBADO el Trabajo de investigación titulado "**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE MESA ALMACENADO A DIFERENTES TEMPERATURAS EN GALLINAS PONEDORAS SUPLEMENTADAS CON TRES TIPOS DE VEGETALES**", realizado por el señor NIXON GUILLERMO SOZORANGA ORTIZ egresado de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Area Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Loja,17 de Marzo del 2016.

Atentamente:

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE MESA ALMACENADO A DIFERENTES TEMPERATURAS EN GALLINAS PONEDORAS SUPLEMENTADAS CON TRES TIPOS DE VEGETALES".

Tesis presentada al tribunal de grado como requisito, previo a la obtención del título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA

Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Teddy M. Maza Tandazo Mg. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Rodrigo M. Abad Guamán PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AUTORÍA

Yo, **Nixon Guillermo Sozoranga Ortiz**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Nixon Guillermo Sozoranga Ortiz

Firma: .....

Cédula: 1900704493

Fecha: Loja, 30 de Junio del 2016.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS, POR PARTE DEL AUTOR PARA: LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, Nixon Guillermo Sozoranga Ortíz, declaro ser autor de la tesis titulada: **"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE MESA ALMACENADO A DIFERENTES TEMPERATURAS EN GALLINAS PONEDORAS SUPLEMENTADAS CON TRES TIPOS DE VEGETALES",** como requisito para optar al grado de: Médico Veterinario Zootecnista; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera, en el Repositorio Digital Institucional (RDI):

Los usuarios podrán consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 30 días del mes de Junio del dos mil dieciséis, firma el autor.

Firma: .....
Autor: Nixon Guillermo Sozoranga Ortiz
Número de cédula: 1900704493
Dirección de domicilio: Zamora Chinchipe; Yantzaza, Avda. Rafael Pullaguari
Correo electrónico: nicos4_4@hotmail.com
Teléfono: 072 - 324 - 244

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Dr. Teddy Maza Tandazo Mg. Sc.
Dr. Rodrigo Abad Guamán PhD.

AGRADECIMIENTO

Al concluir el presente trabajo de investigación dejo constancia de mi sincero agradecimiento a Dios por ser guía en mi camino, llenándolo de sabiduría, bondad, amistad y respeto junto con mi familia, docentes y compañeros cuyo recuerdo queda sembrado en mi corazón.

De igual forma, un sincero agradecimiento a mi padre Ángel Sozoranga que siempre me brindó las fuerzas necesarias para soñar y seguir mi camino, a mi madre Laura Ortiz que con su amor incondicional caracterizado por su ejemplo a guiado mi camino. A mis hermanos y hermanas: Janeth y Enith quienes me apoyaron incondicionalmente durante el transcurso de mi carrera, con las que he compartido momentos inolvidables durante mi vida.

Mi gratitud especial para los docentes de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia que intervinieron en mi formación profesional, de manera muy especial al Dr. Tito Muñoz, Dr. Roosevelt Armijos, por todos sus conocimientos impartidos y sobre todo por su amistad; y, al Dr. Galo Escudero Sánchez, quien con su asesoría durante el desarrollo de esta investigación permitió que el trabajo sea más enriquecedor.

Nixon Guillermo

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, fuente de inspiración en mis momentos de angustias, esmero, dedicación, aciertos y reveses, alegrías y tristezas que caracterizaron el transitar por este camino que hoy veo realizado.

A mis padres Ángel y Laura, a mis tíos y abuelos, que con sus ejemplos y consejos han guiado mi camino a la distancia y me dieron fortaleza para no dejar mis sueños a pesar de las dificultades encontradas en el camino del aprendizaje. A mis hermanos Juan Carlos, Yoder, Roberth, Rodrigo; a mis hermanas Janeth, Enith y Tatiana, por estar siempre apoyándome a pesar de los problemas y de los cuales aprendí a ser más fuerte y perseverante en cumplir mis metas trazadas.

Dedico también este trabajo a mis amigos con quienes he compartido grandes experiencias, brindándome su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos. Y a todos quienes en forma desinteresada han dado todo de sí, apoyándome e incentivándome en todo momento para poder alcanzar una de las etapas más importantes de mi vida; les estoy eternamente agradecido.

Nixon Guillermo

ÍNDICE GENERAL

Contenido **Pág.**

CERTIFICACIÓN ii

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO iii

AUTORÍA iv

AUTORIZACIÓN v

AGRADECIMIENTO vi

DEDICATORIA vii

ÍNDICE GENERAL viii

ÍNDICE DE CUADROS xii

ÍNDICE DE FIGURAS xiv

RESUMEN xvii

SUMMARY xviii

1. INTRODUCCIÓN 1

2. MARCO TEÓRICO 3

2.1. GENERALIDADES DE LAS GALLINAS PONEDORAS HY-LYNE 3

2.2. EL HUEVO 4

2.2.1. Definiciones 4

2.3. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL HUEVO 5

2.3.1. La Cáscara 5

2.3.2. La Albumina 10

2.3.3. Las Chalazas 11

2.3.4. La Yema 11

2.4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL HUEVO 11

2.4.1. El Albumen 12

2.4.2. La Yema 14

2.5. CALIDAD DEL HUEVO 17
2.5.1. Calidad Interna del Huevo 18
2.5.2. Calidad Externa del Huevo 21
2.6. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL HUEVO 22
2.6.1. Muda forzada 22
2.6.2. Enfermedades 22
2.6.3. Instalaciones 22
2.6.4. Programa de luz 22
2.6.5. Almacenamiento 23
2.6.6. Alimentación 24
2.6.7. Estirpe 25
2.6.8. Edad de la gallina 25
2.6.9. Estado acido-base 26
2.6.10. Contaminación 26
2.6.11. Tiempo de formación del huevo 26
2.6.12. pH 27
2.6.13. Temperatura 27
2.7. MEDICION DE LA CALIDAD DEL HUEVO 28
2.7.1. Las Unidades Haugh 28
2.7.2. El grosor de Cascara 29
2.7.3. La Yema 30
2.7.4. Características Organolépticas 30
2.8. GENERALIDADES DE LOS CAROTENOIDES 31
2.8.1. Los Carotenos 32
2.8.2. Las Xantofilas 33
2.9. VEGETALES CON NIVELES DE CAROTENOS 33
2.9.1. El Nabo 33

2.9.2. La Col 37
2.9.3. La Lechuga 40
2.10. TRABAJOS RELACIONADOS 43
3. MATERIALES Y MÉTODOS 48
3.1. MATERIALES 48
3.1.1. Materiales de Campo 48
3.1.2. Materiales de Oficina 48
3.2. MÉTODOS 49
3.2.1. Ubicación 49
3.2.2. Descripción y Adecuación de Instalaciones 49
3.2.3. Diseño experimental 49
3.2.4. Unidades experimentales 50
3.2.5. Variables de Estudio 50
3.2.6. Toma y Registros de Datos 50
3.2.7. Procesamiento de la Información 52
4. RESULTADOS 53
4.1. CUANTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES HAUGH 53
4.2. GROSOR DE LA CÁSCARA 53
4.3. PH DE LOS HUEVOS 54
4.4. PIGMENTACIÓN DE LA YEMA 55
4.5. PESO DE LOS HUEVOS 56
5. DISCUSIÓN 58
5.1. UNIDADES HAUGH 58
5.2. GROSOR DE CASCARA 59
5.3. PH DE LOS HUEVOS 59
5.4. PIGMENTACION DE LA YEMA 60
5.5. PESO DE LOS HUEVOS 61

6. CONCLUSIONES 63

7. RECOMENDACIONES 64

8. BIBLIOGRAFÍA 65

9. ANEXOS 71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro **Pág.**

Cuadro 1: Materia seca de los componentes del Huevo. 12

Cuadro 2: Composición nutricional del Huevo (100g). 12

Cuadro 3: Aminoácidos de la Albumina (100g). 13

Cuadro 4: Minerales de la Albumina (100g). 13

Cuadro 5: Vitaminas de la Albumina (100g). 14

Cuadro 6: Composición nutricional del Huevo (100g). 15

Cuadro 7: Aminoácidos de la Yema (100g). 15

Cuadro 8: Ácidos grasos de la Yema (100g). 16

Cuadro 9: Minerales de la Yema (100g). 16

Cuadro 10: Vitaminas de la Yema (100g). 17

Cuadro 11: Clasificación de los Huevos según las UH. 29

Cuadro 12: Composicion Quimica del Nabo. 35

Cuadro 13: Composicion mineral del Nabo (100g). 35

Cuadro 14: Vitaminas del grelo (hojas nabo) (100g). 36

Cuadro 15: Aminoácidos esenciales del Nabo (100g). 36

Cuadro 16: Ácidos grasos del Nabo (100g). 37

Cuadro 17: Composicion de la Col (100g) 38

Cuadro 18: Minerales de la Col (100g). 39

Cuadro 19: Vitaminas de la Col (100g). 39

Cuadro 20: Ácidos grasos de la Col (100g)..... 39

Cuadro 21: Aminoácidos esenciales de la Col (100g)..... 40

Cuadro 22: Composicion de la Lechuga (100g). 41

Cuadro 23: Minerales de la Lechuga (100g). 42

Cuadro 24: Vitaminas de la Lechuga (100g). 42

Cuadro 25: Ácidos Grasos de la Lechuga (100g)..... 42

Cuadro 26: Aminoácidos de la Lechuga (100g). 43

Cuadro 27: Esquema del diseño del experimento (Arreglos factoriales 2x3). .. 50

Cuadro 28: Promedios de Valores de las Unidades Haugh. 53

Cuadro 29: Promedios de Valores del Grosor de Cáscara (mm) 54

Cuadro 30: Promedios de Valores en la evaluación del pH. 55

Cuadro 31: Promedios de Valores de la Pigmentación de la Yema..... 56

Cuadro 32: Promedios de Valores en la evaluación de Peso (g) 57

Cuadro 33: Promedios de valores generales para las UH 71

Cuadro 34: Test de tipo III de efectos fijos para UH..... 72

Cuadro 35: Test de tipo III de efectos fijos para Grosor de Cascara..... 72

Cuadro 36: Test de tipo III de efectos fijos para pH. 72

Cuadro 37: Test de tipo III de efectos fijos para Pigmentación 73

Cuadro 38: Test de tipo III de efectos fijos para Peso..... 73

Cuadro 39: Test de tipo III de efectos fijos para Albumina..... 73

Cuadro 40: Tabla de Estadística General 74

ÍNDICE DE FIGURAS

Cuadro **Pág.**

Figura 1: Gallina Ponedora Hy-Line 3

Figura 2: Estructura de la cascara del huevo de gallina 9

Figura 3: Secuencia de formación de la cascara..... 10

Figura 4: Planta de Nabo *(Brassica algunas var. parachinensis L.)* 34

Figura 5: La Col *(Brassica oleracea)* 37

Figura 6: Lechuga *(Lactuca sativa L.)* 41

Figura 7: UH en relación Temperatura – Día..... 75

Figura 8: UH en relación Día – Temperatura - Suplemento 75

Figura 9: Peso en relación Día – Temperatura..... 76

Figura 10: Peso en relación Suplemento – Día 76

Figura 11: Grosor de Cascara en relación Suplemento - Temperatura..... 77

Figura 12: Ph en relación Día – Suplemento - Temperatura 77

Figura 13: Pigmentación de Yema en relación Día – Temperatura..... 78

Figura 14: Pig. Yema en relación Suplemento – Temperatura – Día 78

Figura 15: Siembra y cultivo de vegetales *(col, lechuga y nabo).*..... 79

Figura 16: Adecuación del galpón y formación de grupos*.*..... 79

Figura 17: Preparación y pesaje de muestras *(col, nabo. lechuga).*..... 79

Figura 18: Estufas calibradas en temperatura y humedad*.* 80

Figura 19: Codificación y almacenamiento de los huevos*.*..... 80

Figura 20: Materiales, Toma y registro de las muestras*.*..... 80

Figura 21: Pesaje individual de los huevos almacenados. 81

Figura 22: Medición de la pigmentación con el abanico de roche. 81

Figura 23: Medición del pH de la albumina con tiras reactivas..... 81

Figura 24: Medición de altura de albumina con el Escalímetro. 82

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE MESA ALMACENADO A DIFERENTES TEMPERATURAS EN GALLINAS PONEDORAS SUPLEMENTADAS CON TRES TIPOS DE VEGETALES”

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Programa Avícola de la Quinta Experimental Punzara, de la Universidad Nacional de Loja, con el objetivo de evaluar el efecto del pigmento de tres vegetales (R1: nabo, R2: col, R3: lechuga) en el color de yema y calidad del huevo almacenado a diferentes temperaturas (T1= 15 – 20ºC; T2= 25 – 30ºC), para lo cual se escogieron al azar un total de 24 gallinas de 90 semanas de edad divididas en seis grupos experimentales en donde los tratamientos fueron: tratamiento 1: T1R1, tratamiento 2: T1R2, tratamiento 3: T1R3, tratamiento 4: T2R1, tratamiento 5: T2R2, tratamiento 6: T2R3. Por lo cual; a las gallinas se les administro 4574 µg de β-carotenos contenido en cada uno de los tres vegetales y luego se evaluó los siguientes indicadores; Unidades Haugh (UH), Grosor de la Cáscara (GC), pH de la Albumina (pH), Pigmentación de la Yema (PY), Peso de los Huevos (P), en los periodos de 3, 6, 9, 12, 15 días de almacenamiento. Se logró evidenciar que; Obtuvo los mejores resultados el Tratamiento 3 (T1R3= 51,3) y el tratamiento 5 (T2R2= 43,4) para las UH. En el GC el tratamiento 1 (T1R1= 0,35 mm) alcanzo el mejor resultado. En el pH el tratamiento 2 y el tratamiento 5 reflejaron el mejor valor (T1R2 y T2R2= 8,81). El dominante valor en la PY obtuvo el tratamiento 1 (T1R1= 11,49) y el tratamiento 4 (T2R1= 10,84) en la escala de Roche. El tratamiento 3 (T1R3= 69g) y tratamiento 6 (T2R3= 70g) obtuvieron el mejor resultado en peso del huevo. Por tal motivo; Lechuga es recomendable como suplemento alimenticio para obtener mejor calidad del huevo en UH, el nabo para mejorar Pigmentación de Yema.

Palabras claves: Calidad, Temperatura, Suplemento, Vegetales, Huevo, Almacenado.

SUMMARY

This research was conducted in the Poultry Program of the Fifth Experimental prick, of the National University of Loja, in order to evaluate the effect pigment three vegetables (R1: turnip, R2: cabbage, R3: lettuce) in yolk color and quality of stored egg at different temperatures (T1 = 15 - 20; T2 = 25 - 30), for which randomly chose a total of 24 hens 90 weeks old were divided into six experimental groups where the treatments were: treatment 1: T1R1, treatment 2: T1R2, treatment 3: T1R3, treatment 4: T2R1, treatment 5: T2R2, treatment 6: T2R3. Whereby; the chickens were administered 4574 mg of β-carotene content in each of the three plant and then the following indicators were evaluated; Haugh units (HU), shell thickness (GC), albumen pH (pH), pigmentation Bud (PY), egg weight (P), in periods of 3, 6, 9, 12, 15 days of storage. It was possible to show that; He obtained the best results Treatment 3 (T1R3 = 51.3) and treatment 5 (T2R2 = 43.4) for UH. In the GC treatment 1 (T1R1 = 0.35 mm) I reach the best result. In the pH treatment 2 and treatment 5 reflected the best value (T1R2 and T2R2 = 8.81). The dominant value in the PY received treatment 1 (T1R1 = 11.49) and Treatment 4 (T2R1 = 10.84) on the scale of Roche. Treatment 3 (T1R3 = 69g) and treatment 6 (T2R3 = 70g) scored the best result in egg weight. For this reason; Lettuce is recommended as a dietary supplement for better quality UH egg, turnip to improve Yolk pigmentation.

Keywords: Quality, Temperature, Supplement, Vegetables, Egg, Storage.

1. INTRODUCCIÓN

La industria avícola juega un importante papel en la conversión de granos y otros productos en huevos y carne; con la finalidad de satisfacer la demanda de productos avícolas teniendo en cuenta de su calidad y cantidad. Las características y calidad del huevo están estrechamente relacionadas entre sí, determinadas por su calidad interna, externa y características organolépticas.

Existen factores que disminuyen la calidad, y aceptación del huevo; tales como, edad de las aves, instalaciones, genética, alimentación, y el almacenamiento. La temperatura de almacenamiento es un factor muy importante, debido a que envejece al huevo reduciendo así su frescura. Entre las variables de calidad están: el peso, grosor de la cáscara, pH, pigmentación de yema y las unidades Haugh.

En nuestro país existe un factor determinante de calidad, que es la pigmentación de la yema; estos pigmentos carotenoides están dados por la alimentación, los cuales pueden ser de procedencia natural (vegetales) o a su vez sintéticos que aportan altos contenidos de β-carotenos. Por lo mismo, en los últimos tiempos se ha venido buscando alternativas para mejorar la calidad del huevo con productos vegetales que aporten estos pigmentos para así incrementar su conservación y demanda en el mercado.

Con estos antecedentes, en el presente trabajo de investigación se planteó la evaluación de la calidad del huevo de mesa aplicando una ración a base de tres tipos de vegetales (col, nabo, lechuga) en la dieta de gallinas ponedoras de la línea Hy-line; determinando así, su influencia en la coloración de la yema y su conservación a diferentes temperaturas de almacenamiento (15 – 20 grados centígrados y 25 – 30 grados centígrados) por un periodo de 3, 6, 9, 12, 15 días, con la finalidad de mejorar la calidad del huevo de mesa, cumpliendo así con las expectativas del consumidor.

Para cumplir a cabalidad esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto del Nabo en la calidad del huevo almacenado a temperaturas entre 15 – 20 grados centígrados y 25 – 30 grados centígrados en periodos de 3, 6, 9, 12 y 15 días de almacenado.

- Estimar el efecto de la Col en la calidad del huevo almacenado a temperaturas entre 15 – 20 grados centígrados y 25 – 30 grados centígrados en periodos de 3, 6, 9, 12 y 15 días de almacenado.

- Determinar el efecto de la Lechuga en la calidad del huevo almacenado a temperaturas entre 15 – 20 grados centígrados y 25 – 30 grados centígrados en periodos de 3, 6, 9, 12 y 15 días de almacenado.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES DE LAS GALLINAS PONEDORAS HY-LYNE

El potencial genético de las aves Comerciales Hy-Line Brown se puede alcanzar únicamente si se utilizan buenas prácticas de manejo. Estas aves pueden alcanzar una viabilidad del 98% con un peso promedio entre la 17 semana de edad con 1,44Kg y a las 110 semanas con un peso promedio de 2 Kg/animal, llegan a un porcentaje de pico de producción del 95 – 96%. De acuerdo a los estándares europeos el peso del huevo va entre 43 a 73 gramos dentro de las primeras 20 a 90 semanas de edad (Hy-Line, 2016).

Fuente: (Hy-Line, 2016)

Figura 1: Gallina Ponedora Hy-Line

Según (French, 1987) las aves que ponen huevos pardos son un poco más grandes que las que ponen huevos blancos y estas a su vez son comestibles después de que han culminado su siclo reproductivo estado produciendo huevos por un año o año y medio.

2.2. EL HUEVO

2.2.1. Definiciones

2.2.1.1. Según el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia

Cuerpo redondeado, de diferente tamaño y dureza variable, que producen las hembras de las aves o de otras especies animales, y que contiene el germen del embrión y las sustancias destinadas a su nutrición durante la incubación. En lenguaje corriente, se aplica al de gallina, especialmente destinado a la alimentación humana (ASALE, 2014).

2.2.1.2. Según el Código Alimentario

En su capítulo XIV que trata sobre huevos y derivados, con la denominación genérica de huevos se entiende única y exclusivamente los huevos de gallináceas y se distingue entre frescos, refrigerados, conservados, defectuosos y averiados. Los huevos de otras aves se designarán indicando además la especie de que procedan (Codigo Alimentario, 2006).

2.2.1.3. Según el Reglamento (CEE) Nº 1907/90 del Consejo

Se entiende por huevos "los huevos de gallina con cáscara aptos para el con sumo humano en estado natural o para su utilización por las industrias de alimentación, con exclusión de los huevos rotos, los huevos incubados y los huevos cocidos (CEE, 1990).

2.2.1.4. Según la FAO

La porción comestible fresca del cuerpo esferoide producido por aves hembras, especialmente aves domésticas, destinado a ser vendido en su cáscara al consumidor final y sin haber recibido ningún tratamiento que modifique considerablemente sus propiedades (FAO, 2007).

2.3. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL HUEVO

El huevo de las aves es una estructura tan sumamente importante que ha sido la clave de su éxito en el reino animal. La estructura de todos los huevos es siempre la misma se difieren en el cianotipo dentro de ellos. A efectos prácticos para cualquier estudio del huevo, podemos decir que se compone de las siguientes partes principales: la cascara y sus diferentes membranas, cámara de aire, la albumina (clara o albumen), la yema y el disco germinal (Valarezo, 2006).

Los huevos comerciales pueden clasificarse según su peso en:

- Súper grandes o XL: de 73 gramos o más.
- Grandes o L: entre 63 y 73 gramos
- Medianos o M: entre 53 y 63 gramos.
- Pequeños o S: menos de 53 gramos (Instituto de Estudios del huevo, 2009).

2.3.1. La Cáscara

Una vez formado el huevo tiene este una forma irregular ovoide porque un extremo es más ancho y más plano que el otro y su máximo diámetro se encuentra más cercano al extremo más ancho. El grueso de la cascara, el tamaño, la forma y la pigmentación varía según la especie e incluso dentro de la misma especie pueden existir algunas diferencias, sobre todo en morfología y en tamaño (Valle, 2014).

Según Valle (2014), el Zinc, cobre y manganeso juegan un papel clave como cofactores de importantes enzimas (anhidrasa carbónica, lisil oxidasa, glicosil transferasa y fostatasa alcalina) implicadas en la formación de los distintos tejidos dentro de los cuales se encuentra la cáscara del huevo (a base de la cáscara es una estructura de colágeno).

2.3.1.1. Membrana de la Cáscara

Las membranas de la cáscara se añaden al huevo en la sección del istmo del oviducto. La calcificación de la cáscara se forma en la membrana del huevo.

Los defectos en la membrana de la cáscara o la falta de “Estructuración” de la albúmina causarán una calcificación defectuosa, mala estructura y debilidad en la cáscara.

2.3.1.2. Capa mamilar

La capa mamilar corresponde a menos de 1/3 del grosor de la cáscara (100 µm) y está constituida por las mamilas a partir de las cuales se inicia la mineralización. En estos sitios se desarrollan los conos, base de las columnas cristalinas, que a medida que crecen se fusionan con sus vecinos. Las mamilas son pequeñas masas de material orgánico distribuidas de manera discreta, unidas a la superficie externa de la membrana externa. Representan los sitios de unión del depósito de cristales, los que posteriormente quedan incluidos en la capa de los conos. Las mamilas consisten en un complejo proteína mucopolisacáridos neutros rodeados por una sustancia débilmente ácida que podrían ser sialomucinas (Fernandez, 2000).

En el istmo, los cuerpos mamilares se desarrollan en la membrana del huevo. Estos cuerpos están firmemente fijos en la membrana externa de la cáscara y son importantes para iniciar el proceso de la calcificación de la cáscara. Los cuerpos mamilares deben formar una cubierta continua, sobre toda la membrana de la cáscara. La distribución de los cuerpos mamilares está bajo control genético. Los problemas que ocurran en esta capa resultarán en una mala organización de la estructura de la cáscara y en una debilidad de su resistencia (Higginson, 2013).

2.3.1.3. Capa de la Matríz Orgánica

Dentro del útero, la calcificación de la cáscara inicia con la producción de una matriz de fibras de proteína por los cuerpos mamilares. La matriz orgánica se encuentra por toda la capa cristalina de la cáscara entrelazándose donde ocurre la cristalización de las sales de calcio durante la formación de la cáscara. La matriz orgánica añade fortaleza a la cáscara orientando adecuadamente los cristales de calcio formando una arquitectura entrelazada (en columnas). Las fibras de proteína de la matriz orgánica generalmente están orientadas paralelas a la superficie de la membrana de la cáscara y le

proporcionan a la cáscara su elasticidad y resistencia al impacto. Los problemas en la formación de la matriz orgánica tendrán un impacto negativo en la resistencia de la cáscara, incluso con un espesor adecuado de la cáscara. Las cáscaras que se forman con una capa de matriz orgánica deficiente serán más “frágiles” y propensas a romperse (Higginson, 2013).

2.3.1.4. Capa cuticular o cutícula

Corresponde a la capa más exterior del huevo que recubre por completo la porción calcificada de la cáscara y tiene un espesor promedio de 10 µm. Su superficie es irregular dado que su espesor varía en diversas regiones del huevo entre 0,5 a 12,8 µm. Estas diferencias de espesor son el reflejo de la presencia de hendiduras estrelladas o escamosas algunas de las cuales marcan la apertura de los poros de la cáscara (10,000 a 50,000 poros/huevo) y los cubren en forma de tapones. En estas regiones la cutícula se presenta más gruesa. Su principal composición es mucina, es decir, glicoproteínas de alto pesos moleculares asociadas a moléculas de carbohidratos. Contiene también algo de lípidos. Sin embargo, sus componentes no han sido bien caracterizados más allá de saber que sus proteínas contienen numerosos enlaces disulfuro y grupos sulfhidrilos libres, y que poseen mayor contenido en lisina, glicina y tirosina que las proteínas de las otras capas de la cáscara, y que contienen galactosa, manosa, fucosa y hexosamina, aunque no presentan ácido glucurónico (Arias J. , 2010).

Esta es la capa proteínica no-calcificada que se añade a la cáscara justo antes de salir del útero. La cutícula es responsable de la apariencia lisa y brillante que presenta un huevo recién puesto. La cutícula protege al huevo de la invasión de microorganismos. Al lavar los huevos se elimina la cutícula. En la superficie de la cutícula hay poros (orificios) que se extienden a través de la capa calcificada de la membrana del huevo. Estos poros son responsables del intercambio de gases (oxígeno hacia el interior del huevo y CO2 hacia afuera) y de la pérdida de vapor de agua del interior del huevo (Higginson, 2013).

2.3.1.5. Capa Cristalina Entrelazada

Esta capa corresponde a la capa más gruesa de la cáscara de huevo (200-350 µm) y está compuesta por componentes orgánicos e inorgánicos en forma integrada (Fernandez, 2000).

La capa cristalina está hecha de cristales de calcio densamente agrupados en forma entrelazada o de columnas. Estas columnas de cristales de calcio están orientadas perpendicularmente en la superficie de la cáscara para darle mayor resistencia. Eventualmente las columnas se fusionan formando una cerámica al aumentar el espesor de cáscara. La mayoría de los cristales son de carbonato de calcio (96%) con pequeñas cantidades de cristales de carbonato de magnesio y fosfato tricalcico. El magnesio es importante para añadir dureza a la estructura de la cáscara. La capa cristalina da la mayor proporción al espesor de la cáscara y provee una resistencia mecánica. La cantidad de cáscara depositada en el huevo se determina por el tiempo que permanece en el útero (glándula de la cáscara) y por la proporción de calcio transferido a través del fluido uterino. Normalmente, el ave secreta diariamente una cantidad relativamente constante para la formación de la cáscara del huevo independientemente del tamaño del huevo. El espesor de la cáscara disminuye con la edad del ave ya que el huevo se vuelve más grande, también la taza de esta disminución se ve afectada por la dieta y la genética. El espesor de la cáscara se recupera después de la muda. El estrés por calor y las enfermedades pueden afectarlo negativamente (Higginson, 2013).

Estudios morfológicos y cristal ográficos revelan tres sub zonas: Zona de los conos: Es la zona más interna y está formada por cristales que no presentan una orientación preferencia. Los cristales de esta zona son los primeros en depositarse durante la formación de la cáscara. Zona central: En esta zona, los cristales adoptan una orientación más preferencia. Entre los cristales se encuentran abundantes vesículas (Fernandez, 2000).

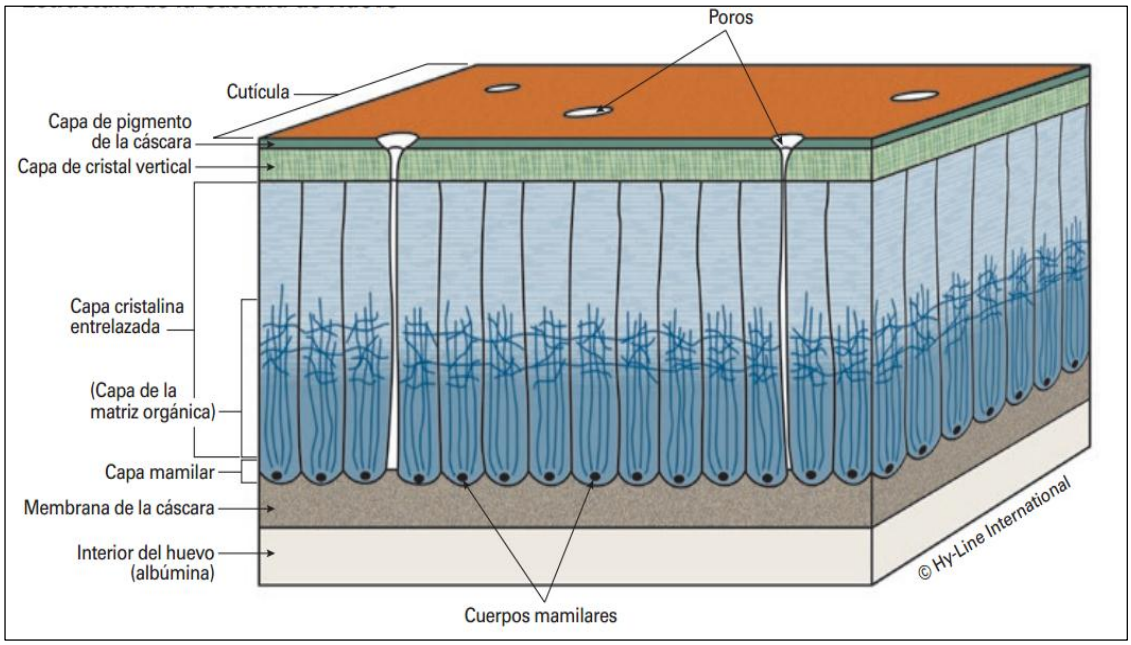
2.3.1.6. Capa de Cristal Vertical

Higginson (2013), La capa de cristal vertical es la capa última de la cáscara. Esta es una capa delgada formada de cristales de calcio densos orientados

perpendicularmente en la superficie de la cáscara, dándole dureza y suavidad a la superficie de la cáscara.

2.3.1.7. Capa de Pigmento

El pigmento de la cáscara se deposita al final del proceso de calcificación de la cáscara. El color de la cáscara del huevo marrón como la del huevo blanco resultan de los mismos pigmentos depositados en diferentes proporciones en la cutícula y en las capas calcificadas externas de la cáscara. Los colores de la cáscara de huevo de las aves comerciales van de un color blanco puro hasta un “color crema” y de un color “con tinte marrón” a un color marrón (Higginson, 2013).



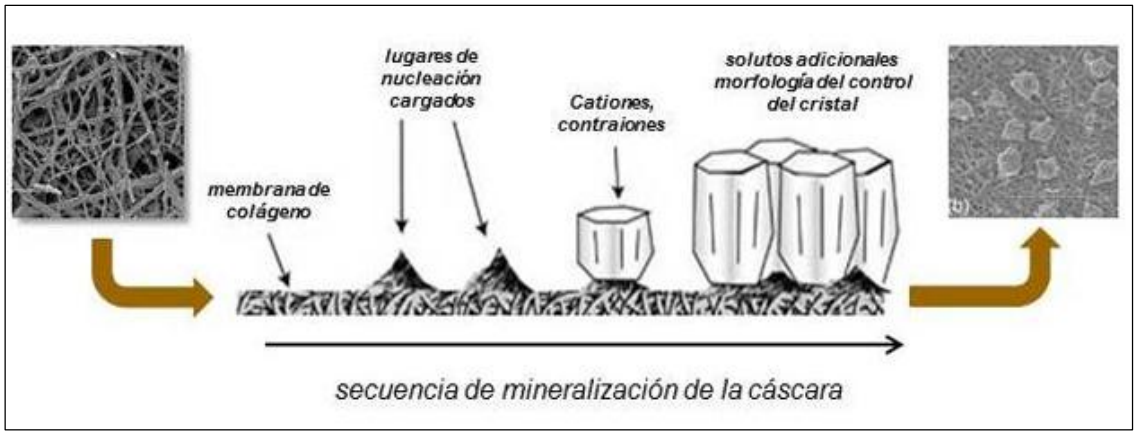
Fuente: (Higginson, 2013)

Figura 2: Estructura de la cascara del huevo de gallina

2.3.1.8. Cutícula

La última capa externa de la cáscara es la cutícula. Esta es la capa proteínica no-calcificada que se añade a la cáscara justo antes de salir del útero. La cutícula es responsable de la apariencia lisa y brillante que presenta un huevo recién puesto. La cutícula protege al huevo de la invasión de microorganismos. Al lavar los huevos se elimina la cutícula. En la superficie de la cutícula hay poros (orificios) que se extienden a través de la capa calcificada de la

membrana del huevo. Estos poros son responsables del intercambio de gases (oxígeno hacia el interior del huevo y CO2 hacia afuera) y de la pérdida de vapor de agua del interior del huevo. Normalmente un huevo de gallina contiene 6.500 poros, con una mayor concentración de poros al final de la punta de la cáscara sobre la cámara de aire (Higginson, 2013).



Fuente: (Valle, 2014)

Figura 3: Secuencia de formación de la cascara

2.3.2. La Albumina

La albúmina también conocida como clara, es una sustancia orgánica nitrogenada, viscosa, soluble en agua, coagulable por el calor que se encuentra contenida en el huevo. Esta tiene un 88 por ciento de agua y el resto está constituido básicamente por proteínas, siendo la principal la ovoalbúmina, que representa el 54 por ciento del total proteico (Quimet, 2006).

2.3.2.1. Partes de la albumina

Dado que la albúmina no es una masa uniforme, podemos distinguir varias capas que la componen:

a. ***Capa media:*** Es viscosa y tiene una apariencia de gel blanquecino y es menos densa que la yema. Está adherida a ella a través de las ligaduras suspensorias.
b. ***Capas interna y externa:*** Estas capas claras son más finas que la capa media y contienen una albúmina más fluida.

De vital importancia para la estabilidad y centralización de la yema en el corazón de la albúmina son las chalazas, formadas por un par de bandas espirales a modo de ligaduras suspensorias (Valero, 2006).

2.3.3. Las Chalazas

Las chalazas son dos formaciones similares a cordones de un color transparente blanquecino, localizados en los ejes longitudinales del huevo que se forman en el útero por torsión de las fibras de mucina, secretadas en el mágnum. La función principal es la de fijar la yema al centro del huevo. Cuanto más prominente es la chalaza, más fresco es el huevo (Irigoyen, 2008).

2.3.4. La Yema

Estructuralmente la yema se puede considerar como una dispersión que contiene una serie de partículas uniformemente distribuidas en una solución proteica o plasma. Las partículas varían en tamaño y composición; y representan entre un 19% y un 23% de los sólidos totales de la yema, y están compuestas en distintas proporciones por proteínas, grasas (incluyendo el colesterol y la lecitina) y minerales (Araneda, 2015).

El plasma está compuesto por proteínas globulares que al parecer proceden de la sangre de la gallina y por una fracción proteica de baja densidad (lipoproteínas de baja densidad). De forma más sencilla, la yema se puede apreciar como una bolsa de agua que contiene proteínas que flotan libres y agregados de proteínas, grasa, colesterol, lecitina, que son los que dan a la yema sus notables propiedades para emulsionar y enriquecer (Araneda, 2015).

2.4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL HUEVO

Los componentes del huevo son: yema, albumen, membranas y cáscara. Las proporciones relativas de cada uno de los componentes varían en función de numerosos factores.

Cuadro 1: Materia seca de los componentes del Huevo.

COMPONENTE	% Sobre Huevo Total		% Materia Seca	
	Media	**Rango**	**Media**	**Rango**
Cascara	9,1	7,8 - 13,6	99	-
Membranas de la cascara	0,4	-	-	-
Albumen	61,5	53,1 - 68,9	11,5	8,5 - 14,5
Liquido externo	15	10 - 60	11,2	-
Espeso	35	30 - 80	12,4	-
Liquido interno	10	1 - 4	13,6	-
Chalazas	1,5	-	15,6	-
Yema	29	24,0 - 35,5	52,5	50,5 - 56,3
Subtotal partes comestibles	90	86,4 - 92,2	24,5	23,0 - 26,9

Fuente: (Mateos, 1996)

2.4.1. El Albumen

Se compone mayormente de agua y proteínas, lo que confiere propiedades específicas funcionales y nutricionales. Más de 90%de su materia seca está constituida por proteínas entre las que destacan por su importancia cuantitativa la ovoalbúmina, conalbúmina y la ovomucina.

Cuadro 2: Composición nutricional del Huevo (100g).

COMPONENTE	ENTERO	ALBUMEN
Agua (g)	76,40	88,1
Energía (kcal)	150	48
Proteína (g)	12,50	11
Hidratos de Carbono (g)	0,70	0,70
Grasa Total (g)	11,10	0,20
AGS (g)	3,10	-
AGM (g)	3,80	-
Colesterol (mg)	385	-
Luteína + Zeaxantina (µg)	923	-
Colina (mg)	331	-

Fuente: (Barroeta, 2009)

Cuadro 3: Aminoácidos de la Albumina (100g).

COMPONENTE	ENTERO	ALBUMEN
Alanina (g)	0,696	0,608
Arginina (g)	0,750	0,572
Ácido Aspártico (g)	1,256	1,072
Cistina (g)	0,290	0,272
Acido Glutámico (g)	1,632	1,400
Histidina (g)	0,296	0,237
Isoleucina (g)	0,682	0,596
Leucina (g)	1,068	0,886
Lisina (g)	0,914	0,806
Metionina (g)	0,390	0,362
Fenilalanina (g)	0,664	0,614
Prolina (g)	0,498	0,410
Serina (g)	0,930	0,725
Treonina (g)	0,600	0,479
Triptófano (g)	0,152	0,129
Tirosina (g)	0,510	0,410
Valina (g)	0,762	0,671

Fuente: (Barroeta, 2009)

Cuadro 4: Minerales de la Albumina (100g).

COMPONENTE	ENTERO	ALBUMINA
Calcio (mg)	57,0	5,0
Hierro (mg)	1,90	0,10
Yodo (µg)	53,0	3,0
Magnesio (mg)	12,0	11,0
Zinc (mg)	1,30	0,10
Selenio (µg)	11,0	6,0
Sodio (mg)	140,0	190,0
Potasio (mg)	130,0	150,0
Fosforo (mg)	200,0	33,0

Fuente: (Barroeta, 2009)

Cuadro 5: Vitaminas de la Albumina (100g).

COMPONENTE	ENTERO	ALBUMINA
Vit. A Eq. A Retinol (µg)	190,0	-
Carotenos (µg)	Trazas	-
Vitamina D (µg)	1,80	-
Vitamina E (mg)	1,10	-
Vitamina K (µg)	50,0	-
Vitamina B1 (mg)	0,09	0,01
Vitamina B2 (mg)	0,47	0,43
Eq. Niacina (mg)	3,80	2,70
Vitamina B6 (mg)	0,12	0,02
Ácido Fólico (µg)	50,0	13,0
Vitamina B12 (µg)	2,50	0,10
Biotina (µg)	25,0	-
Vitamina C (mg)	-	-

Fuente: (Barroeta, 2009)

2.4.2. La Yema

Barroeta, (2009) menciona que casi totalidad de los lípidos del huevo se encuentra en la yema en forma de lipoproteínas (asociados con vitelina y vitelenina). La yema contiene un 63% de lípidos sobre sustancia seca, de los cuales casi un 30% son fosfolípidos. Estos lípidos de la yema son pues fuentes fácilmente dispersables en agua y con gran capacidad para emulsionar otras sustancias. Un huevo aporta unos 6 g de proteína, repartidos fundamentalmente entre la yema y la clara.

El albumen consiste en una solución acuosa (88%) y proteica (11% del albumen). De las numerosas proteínas presentes en la clara, destacan la ovoalbúmina (54%) y ovomucina (11%) responsables de la consistencia del albumen, y la lisozima (3,4%) por sus propiedades antibacterianas. El resto de las proteínas del huevo se encuentran en la yema (16% de la yema), que consiste en una emulsión de agua (49 %) y lipoproteínas (Barroeta, 2009).

Cuadro 6: Composición nutricional del Huevo (100g).

COMPONENTE	ENTERO	YEMA
Agua (g)	76,4	50,4
Energía (kcal)	150	363
Proteína (g)	12,5	16
Hidratos de Carbono (g)	0,7	0,6
Grasa Total (g)	11,1	33
AGS (g)	3,1	9,2
AGP (g)	1,7	5,2
Colesterol (mg)	385	1120
Luteína + Zeaxantina (µg)	923	2980
Colina (mg)	331	1044

Fuente: (Barroeta, 2009)

Cuadro 7: Aminoácidos de la Yema (100g).

COMPONENTE	ENTERO	YEMA
Alanina (g)	0,696	0,861
Ácido Aspártico (g)	1,256	1,639
Cistina (g)	0,290	0,301
Ácido Glutámico (g)	1,632	2,126
Histidina (g)	0,296	0,434
Isoleucina (g)	0,682	0,849
Leucina (g)	1,068	1,470
Lisina (g)	0,914	1,217
Metionina (g)	0,390	0,416
Fenilalanina (g)	0,664	0,717
Prolina (g)	0,498	0,699
Triptófano (g)	0,152	0,199
Tirosina (g)	0,510	0,747

Fuente: (Barroeta, 2009)

Cuadro 8: Ácidos grasos de la Yema (100g).

COMPONENTE	ENTERO	YEMA
Mirístico C14:0 (g)	0,04	0,110
Palmítico C16:0 (g)	2	6,000
Esteárico C18:0 (g)	0,75	2,200
Oleico C18:1 (g)	3,6	10,600
Linoleico n-6 C18:2 (g)	1,4	4,300
Alfa-Linoleico n-3 C18:3 (g)	0,14	0,420
Docosapentaenoico n-3 C22:5 (g)	0,05	-
Docosahexaenoico (DHA) n-3 C22:6 (g)	0,18	-

Fuente: (Barroeta, 2009)

Cuadro 9: Minerales de la Yema (100g).

COMPONENTE	ENTERO	YEMA
Calcio (mg)	55,00	145,0
Hierro (mg)	5,00	7,0
Yodo (µg)	53,00	140,0
Magnesio (mg)	11,00	11,0
Zinc (mg)	1,30	3,9
Selenio (µg)	11,00	20,0
Sodio (mg)	135,00	55,0
Potasio (mg)	135,00	110,0
Fosforo (mg)	220,00	600,0
Azufre (mg)	170,00	170,0

Fuente: (Mateos, 1996)

Cuadro 10: Vitaminas de la Yema (100g).

COMPONENTE	ENTERO	YEMA
Vit. A Eq. A Retinol (µg)	190	535
Carotenos (µg)	Trazas	Trazas
Vitamina D (µg)	1,80	4,90
Vitamina E (mg)	1,10	3,10
Vitamina K (µg)	50	147
Vitamina B1 (mg)	0,09	0,30
Vitamina B2 (mg)	0,47	0,54
Eq. Niacina (mg)	3,80	4,80
Vitamina B6 (mg)	0,12	0,30
Ácido Fólico (µg)	50	130
Vitamina B12 (µg)	2,50	6,90
Biotina (µg)	25	60
Vitamina C (mg)	-	-

Fuente: (Barroeta, 2009)

2.5. CALIDAD DEL HUEVO

La calidad del huevo es un término en general que relaciona las diferentes normas que se han impuesto a los huevos. Estas normas se pueden desglosar en aquellas utilizadas para determinar la calidad del cascarón mismo (calidad exterior del huevo) y aquellas normas que se relacionan con la cantidad del interior (calidad del interior del huevo). Algunas de estas normas se basan en medidas subjetivas de la calidad del huevo y algunas se basan en medidas más cuantitativas. También menciona que en general las normas de calidad interior y exterior del huevo se basan en la limpieza, solidez, textura y forma del cascarón, la viscosidad relativa de la albúmina, ausencia de materias extrañas en la albúmina, firmeza de la yema y ausencia de defectos de la yema. Para poder clasificar a los huevos en los diferentes grados usados, se necesita realizar una evaluación de todas estas variables (Koelkebeck, 2010).

2.5.1. Calidad Interna del Huevo

Koelkebeck (2010), manifiesta que la calidad interna del huevo involucra las propiedades funcionales, estéticas y de contaminación microbiológica de la albúmina y la yema. La calidad interna nos indica cual es la frescura del huevo a través de la medición de la altura de la albúmina (se utiliza un triple que mide la altura en mm), la frescura se expresa por medio de Unidades Haugh (UH).

En general, Mallo (2009), define la calidad de un alimento como la suma de las características que influyen en la aceptabilidad o la preferencia del consumidor por dicho alimento. En el caso concreto de los huevos, algunas de estas características son el aspecto y la forma de la cáscara, el color de la yema o el aspecto de la clara.

Dentro de las aproximadamente 25 horas que dura la formación del huevo, las cinco primeras son determinantes en cuanto a la calidad interna del mismo. El color de la yema, la integridad de la membrana perivitelina, el sabor y la calidad del albumen dependerán de que todo se desarrolle correctamente en el interior del ave. En las siguientes 20 horas, el albumen se hidratará, aparecerán las chalazas y se formará la cáscara (Mallo, 2009).

La calidad interna se pierde muy rápido en 3-5 días cae de 90 UH a 70 UH si no se almacena adecuadamente, de aquí la importancia del control de la temperatura y humedad del cuarto frio. Del peso total de un huevo fresco el 32% lo representa la yema, el 58% la albúmina y el 10% el cascarón (Koelkebeck, 2010).

2.5.1.1. Yema

a. Firmeza

La yema en un huevo recién puesto es redonda y firme, conforme el huevo envejece esta absorbe agua de la albúmina lo cual incrementa su talla y causa un estiramiento y debilidad de la membrana vitelina, originando algo así como yemas aplanadas con apariencia moteada (Irigoyen, 2008).

b. Color

Uribe (2000), sostiene que las aves ponedoras poseen capacidad individual diferente para transportar pigmentos a la yema. Es por eso que existen variaciones en color de la yerna entre huevos de una parvada. Así también, huevos de cáscara color marrón, poseen un color de yema más intenso que huevos de cascarón blanco. Esto se debería, además de la influencia genética, a que aves de color marrón depositan más xantofilas que aves blancas, debido a un mayor consumo de alimento. Por la misma razón, huevos de aves viejas tienen mejor color que huevos de aves jóvenes.

El color de la yema es un carácter que depende manifiestamente de las condiciones ambientales (temperatura, tiempo de almacenamiento), en oposición al grosor de la cáscara. No existe relación alguna entre el color de la yema y el contenido de sustancias nutritivas (Irigoyen, 2008).

c. Textura

La estructura interna de la yema es como si fuera un conjunto de esferas concéntricas, al igual que una cebolla (Irigoyen, 2008).

d. Manchas

Según Irigoyen (2008), Menos del 1.0% de los huevos producidos tienen manchas de sangre. Estas manchas son resultado de hemorragias de pequeños vasos sanguíneos presentes en el ovario o el oviducto.

Si la mancha de sangre se presenta en la yema, la hemorragia fue probablemente en el ovario al momento de la ovulación. Pero si la mancha aparece en la albúmina, la hemorragia probablemente ocurrió en la pared del mágnum. Los huevos provenientes de gallinas de estirpe café presentarán una mayor incidencia de manchas de sangre, o color carne, que aquellas de estirpe blanca (Irigoyen, 2008).

Las manchas de carne son de color más oscuro, granulares y se forman en la albúmina. Pueden ser causadas cuando el desecho celular del oviducto es recogido por el huevo antes de que las membranas formadoras de la cáscara

sean secretadas. Las manchas de carne también pueden ser manchas de sangre donde la hemorragia ocurrió días antes de la ovulación y la hemoglobina se ha degradado y oscurecido (Higginson, 2013).

2.5.1.2. Albumina

a. Consistencia

El envejecimiento progresivo aumenta la fluidez, tanto de la parte de la clara densa (caracterizada normalmente por una red fibrosa) como de la yema. Estas alteraciones, junto con el aumento en la cámara de aire, están subordinadas también a la temperatura de conservación del producto. Si la misma es elevada, la consistencia de la clara densa y la yema disminuyen rápidamente. En cambio, si es baja, el proceso de envejecimiento se retarda, si bien no puede impedirse (Irigoyen, 2008).

b. Color

En un huevo muy fresco y de buena calidad, la albúmina tiene una apariencia de aspecto nubloso, y consistencia parecida a la de una jalea. Conforme el producto envejece, y con ello, pierde dióxido de carbono a través de la cáscara, la albúmina se hace más alcalina, y adquiere un aspecto transparente y acuoso (Irigoyen, 2008).

c. Altura

La altura del albumen al romper el huevo es lo que da una medida exacta de su calidad. Cuanto mayor sea, mayor calidad se le atribuye. La altura de la albúmina y el peso de un huevo intacto son usadas para calcular las unidades Haugh (UH), que sirven para calificar el producto. Aunque la altura de la albúmina decrece con la edad, o el retraso del huevo desde su puesta, hay suficiente variabilidad genética incluida en este carácter (Irigoyen, 2008).

Uribe (2000), indican que la edad (factor ligado al ave) así como, protección, tiempo y temperatura de almacenaje (factores ligados al manejo de huevos), son entre otras, las principales causas que afectan la calidad del albumen.

2.5.2. Calidad Externa del Huevo

2.5.2.1. Cascarón

a. Forma

El estrés, o diversas infecciones víricas pueden causar el cese de la calcificación, lo que resulta en huevos en fárfara, o en la producción de huevos con cáscara de mala calidad. Una presión anormal sobre el oviducto durante la formación de la cáscara puede causar la producción de huevos deformes (Ramos, 2010).

La forma normal del huevo es elíptica, quedando representada por el índice morfológico, que tiene un valor promedio de 74 %. Huevos con este valor presentan un mayor porcentaje de viabilidad durante la incubación y además son huevos fáciles de transportar y embalar (Uribe, 2000).

b. Textura

La integridad de la cáscara está relacionada con su estructura y el patrón con el cual los minerales de calcio se deben depositar (es decir, organización y tamaño del cristal) para formar las diferentes capas de la cáscara (Higginson, 2013).

c. Solidez

La cáscara es un complejo proteo-cerámica y sus propiedades funcionales no están necesariamente relacionadas directamente con su espesor. Una cáscara más resistente es aquella que puede absorber y tolerar mayor impacto y otras fuerzas físicas sin agrietarse (Higginson, 2013).

d. Color

El color de la cáscara ha de ser uniforme, sin manchas (excepto en los casos en los que la estirpe del animal así lo determine) y sin restos de heces (producidas por una mala salud del animal o por una digestión de los alimentos inadecuada) (Mallo, 2009).

2.6. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL HUEVO

2.6.1. Muda forzada

Es conocido por todos, la mejora de la calidad del albumen después de realizar una muda forzada. Esta es debido a la reabsorción y posterior regeneración del mágnum con lo que este tejido nuevo se comporta más eficientemente que el viejo, a la hora de fabricar el albumen (Cobos, 2002).

2.6.2. Enfermedades

Higginson (2013), Un diagnóstico adecuado de las enfermedades y buenos programas de vacunación son importantes para minimizar la incidencia de enfermedades infecciosas en un lote. Ya se ha mencionado que la Bronquitis Infecciosa y el Síndrome de Baja Postura son enfermedades que pueden tener un impacto significativo en la calidad de la cáscara. Otras enfermedades que pueden afectar la apariencia de la cáscara son la enfermedad de Newcastle y la Influenza Aviar. El estrés resultante de cualquier enfermedad, indirectamente puede traer como consecuencia una pérdida en la calidad del huevo.

Bronquitis Infecciosa: los virus causantes de esta enfermedad destruyen las células del mágnum, afectando por consiguiente muy fuertemente a la calidad del albumen y de la cáscara. El problema es en general bastante permanente por lo que se aconseja un correcto programa de vacunación para preservarnos de esta enfermedad (Cobos, 2002).

2.6.3. Instalaciones

La diferencia de calidad entre huevos producidos en baterías, aviario, suelo o parque al aire libre, existe mejor calidad en los huevos de batería, aunque cabe pensar que este efecto sea realmente debido a frecuencia de recogida, a problemas sanitarios o de amoníaco, más que al sistema en sí (Cobos, 2002).

2.6.4. Programa de luz

Existe una relación positiva entre el aumento del peso del huevo y el ciclo ahemeral de luz, por otro lado, obtuvo un decrecimiento de la altura del

albumen al aumentar la longitud de los ciclos, de donde deducimos la disminución de las UH al aumentar los ciclos (Cobos, 2002)..

Uribe (2000) menciona que, la calidad de la cáscara puede ser manejada mediante la aplicación de un ciclo luz-oscuridad que no sea mayor a 24 horas, produciendo un aumento de peso de la cáscara, junto con un aumento de ella por unidad de superficie. Señala, además, que la incidencia de huevos fracturados dentro del oviducto se relaciona en forma positiva con el fotoperiodo.

2.6.5. Almacenamiento

Durante el almacenaje, en los huevos se producen dos fenómenos que le hacen perder calidad: pérdida de vapor de agua y de anhídrido carbónico. La pérdida de agua origina disminución de peso y aumento de la cámara de aire. La transferencia de vapor de agua del interior al exterior del huevo depende del gradiente de presión de vapor de agua y de la superficie de transferencia, la cutícula y la porosidad (Cobos, 2002).

También menciona Cobos (2002), que la pérdida de anhídrido carbónico que hay disuelto en el albumen, origina una basificación de éste. Próximo a la puesta el pH del albumen es alrededor de 7,4-7,9 llegando con el paso del tiempo hasta valores de 9,2-9,7. Así pues, el pH del albumen depende del equilibrio entre el CO2, el ion bicarbonato y el ion carbonato del albumen. La variación del pH está asociada a una fluidificación de la clara del huevo. El mecanismo de esta fluidificación no está perfectamente dilucidado, existen tres teorías:

- Despolarización de la B-ovomucina por efecto del ion hidroxilo (OH-) a medida que aumenta el pH.
- Hidrólisis enzimática.
- Modificación de las interacciones electrostáticas entre la B-ovomucina y la lisozima.

La ovomucina es una glicoproteína de carácter ácido formada por dos unidades, γ y β. La B-ovomucina es especialmente rica en glúcidos y en ácidos

siálicos capaces de establecer relaciones electrostáticas con otras moléculas cargadas positivamente. La ovomucina es capaz de formar un gel y se la encuentra 10 veces más en el albumen denso que en el fluido. La lisozima por el contrario es una proteína con carácter básico (Cobos, 2002).

Cobos (2002), indica que la actividad de la lisozima baja un 20-25 % durante el almacenaje de huevos a 2ºC durante 45 días.

2.6.6. Alimentación

En este sentido constituyen un cierto problema la utilización o dosis importantes de harina de pescado y/o ciertas harinas de colza. Este problema es causado por la trimetilamina (TMA), sustancia que da sabor a pescado. Esta TMA, una vez oxidada en el hígado, se transforma en TMA óxido que no da olor. Sin embargo, gran parte de las aves de huevo de color y muy pocas blancas, no poseen la enzima que permite esta oxidación. Luego podemos decir que incorporaciones de harina de pescado superior a un 5 % y de aceites de pescado superiores a un 3 %, pueden causar problemas de sabor, así como harinas de colza en dosis del orden del 10 % (Cobos, 2002).

Entre los problemas por calidad de la cáscara tenemos: fisuras (por cáscaras demasiado delgadas, exceso de presión dentro del huevo o golpes), huevos reparados, malformaciones de la cáscara y huevos en fárfara (sin cáscara). Las deficiencias nutricionales (principalmente debido a deficiencia de calcio, fósforo y vitamina) repercuten en cáscaras de insuficiente calidad y es por ello fundamental una correcta suplementación con carbonato cálcico fuera a parte de la ración (generalmente 3.5 - 3.75% de calcio, 0.45% de fósforo, además de niveles adecuados de otros minerales como Manganeso y Zinc) (Puig, 2013).

El Nivel proteína en aves Leghorn alimentadas con raciones decrecientes en proteína (15,6%, 14,8%, y 14,0%) se observa un aumento en las Unidades Haugh. Existe una mejora muy significativa de las UH al pasar los niveles de Lisina de 0,46 a 0,87% en la dieta (Cobos, 2002).

Mallo, (2009) argumenta que la nutrición del animal ha de ser adecuada, ya que una carencia de nutrientes, como calcio o fósforo, originará problemas de

cáscara. Es recomendable aportar el calcio en forma de partículas groseras, e incluso aportar un extra del mismo unas horas antes del apagado de luces. Esto asegurará que haya calcio disponible para el animal en sangre y que se utilice para la formación de la cáscara, reduciendo la movilización de calcio óseo y prolongando la vida del animal.

También es necesario aportar los niveles adecuados de vitaminas, especialmente de las vitaminas D, C y E. Como indicación, se puede decir que las vitaminas C y E resultan útiles en situaciones de estrés y la vitamina A para prevenir manchas de sangre. Sin olvidar por supuesto la vitamina D, específicamente relacionada con el uso del calcio. En relación al esquema de alimentación, se ha podido observar que ofrecer dos dietas diferentes a distintas horas del día, una por la mañana que aporte la mayoría de la energía y proteína, y otra por la tarde, más diluida, pero con mayor concentración de minerales, puede conseguir una mejor calidad de cáscara. También se pueden aportar aditivos que mejoren la absorción de nutrientes, como enzimas o butiratos (Mallo, 2009).

El tamaño del huevo se relaciona en mayor medida con el contenido de yema, que con la cantidad de albúmina. Un aumento en el contenido proteico de la dieta, provoca un aumento significativo en el tamaño del huevo. Por lo tanto, el consumo excesivo o deficitario de proteínas, provocará una alteración en el peso del huevo (Uribe, 2000).

Higginson (2013), Cada huevo producido necesita 2 a 2,5 gramos de calcio, casi independiente del tamaño del huevo.

2.6.7. Estirpe

Está demostrada la diferencia entre distintas estirpes, aunque es en general pequeña. Esta diferencia es por diferente presión de selección genética (Cobos, 2002).

2.6.8. Edad de la gallina

La calidad de la albumina decrece con la edad, aunque su independencia con la época del año no se conoció hasta los años sesenta. Mientras que es

modificada por la estación del año y por otros muchos factores, la relación entre la edad del ave y las UH es esencialmente lineal la escala Haugh decrece aproximadamente de 1,5 a 2,0 unidades por cada mes de puesta. Se han encontrado pequeñas pero significativas diferencias en las UH y otras medidas de la calidad interna entre distintas estirpes, mientras que las diferencias entre varios lotes de una misma estirpe también eran significativas, pero de menor de magnitud (Williams, 1992).

2.6.9. Estado acido-base

Durante la exposición a temperaturas ambientales cálidas, la gallina reacciona mediante el incremento del ritmo de respiración (aumenta el ritmo de jadeo) para poder enfriarse. Este suceso fisiológico causa la disminución del CO2 en la sangre y produce una condición llamada "alcalosis respiratoria". El pH de la sangre se hace alcalino y se reduce la disponibilidad de Ca++ necesario para la formación del cascarón del huevo.

2.6.10. Contaminación

Koelkebeck (2010), menciona que “la contaminación microbiológica de la parte interna del huevo se ve gravemente afectada por la capacidad del cascarón de detener la invasión de microorganismos y bacterias de que entren al huevo a través de los poros. Cuando la gallina deposita la cutícula sobre el cascarón, actúa como una barrera para evitar que las bacterias entren al huevo. No obstante, cuando se lavan los huevos, se elimina la mayoría sino es que toda la cutícula de la superficie del cascarón. De esta forma, las bacterias tienen más facilidad de entrar al huevo después del lavado. Incluso cuando se elimina la cutícula, las dos membranas internas del cascarón ayudan a prevenir que las bacterias entren. Estas barreras proporcionan una buena línea de defensa contra las bacterias invasoras”.

2.6.11. Tiempo de formación del huevo

El grosor del cascarón, está determinado por la cantidad de tiempo que pasa en la glándula del cascarón (útero) y la cantidad y tasa de deposición del calcio durante la formación del cascarón. Si el huevo pasa un periodo muy corto en la glándula del cascarón, entonces el grosor va a ser menor. Además, la hora del

día en que se pone el huevo va a determinar el grosor del cascarón. Algunas estirpes de aves pueden ser capaces de depositar calcio en el cascarón, a un ritmo más rápido que otras (Koelkebeck, 2010).

2.6.12. pH

Los procesos de envejecimiento que se producen en el huevo y se inician tras la puesta dan lugar a la liberación de anhídrido carbónico desde el interior del huevo, tendiendo a equilibrar su concentración con la tensión parcial de este gas en el aire circundante, con el consiguiente aumento del pH (Caston, 2010).

Después de la puesta existe un fuerte gradiente de presión osmática del albumen hacia la yema, con lo que se establece un constante paso de agua en esa dirección. Cuando aumenta el pH del albumen durante el almacenaje de los huevos, las propiedades físicas de la capa externa de la membrana vitelina se modifican, aumentando la permeabilidad. Con esta alteración de la permeabilidad aumenta el intercambio habiéndose comprobado un paso de calcio y magnesio a la yema y un paso de hierro y aminoácidos libres hacia el albumen. Con la pérdida de magnesio por parte del albumen, se agudiza la transferencia de ovomucina gel a ovomucina soluble, con lo que el pH aumenta y provoca a su vez mayor permeabilidad de la membrana vitelina (Cobos, 2002).

Caston (2010), menciona que el huevo tiene un valor de pH de 7.6 si está recién puesto y se eleva a 8.5 después de 24 horas a 20ºC, alcanzando valores de 9 a 9.4 tras unos días de almacenamiento. Tales modificaciones se aceleran notablemente al aumentar la temperatura ambiente. La alcalinización del huevo supone un envejecimiento del mismo.

2.6.13. Temperatura

la pérdida vapor de agua del huevo depende del gradiente de presión de vapor entre el interior y el exterior del huevo, por lo tanto, la pérdida de vapor de agua depende de la humedad y temperatura exterior. La humedad no deberíamos subirla de 80 %, pues podríamos tener problemas de proliferación de hongos y otros microorganismos. En cuanto a temperatura y para no producir

congelación en el huevo debemos ir a temperaturas del orden de 1ºC (Higginson, 2013).

2.7. MEDICION DE LA CALIDAD DEL HUEVO

Es importante determinar la calidad de huevos 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 (Uribe, 2000).

2.7.1. Las Unidades Haugh

De todas las técnicas de medida de la calidad interior del huevo abierto, las Unidades Haugh (**U.H**.) representan una unidad de medida objetiva y precisa, y su valor para cada huevo está en función del peso total del huevo y de la altura de la clara densa. Las U.H. nos vienen dadas para cada huevo, por la siguiente expresión matemática:

$$\mathbf{UH} = 100 * \mathrm{Long}(\mathbf{H} - 1{,}7\mathbf{P}^{0{,}35} + 7{,}6)$$

En donde: UH = Unidad Haugh

H = Altura (mm) de albumen denso

P = Peso (g) del huevo (Monica M. Estrada, 2010).

Hay que tener en cuenta al realizar la medición el tiempo, ya que las **U.H.** declinan linealmente con el logaritmo del tiempo transcurrido después de abrir el huevo. También se ven afectadas por la temperatura ya que la temperatura interna de los huevos en el momento de realizar la medición debe estar comprendida entre 7°C y 15°C. Cada 10°C más de temperatura supone 1'15 U.H. menos (Caston, 2010).

Los huevos almacenados a una temperatura de 10°C, perderían aproximadamente una unidad Haugh por día. en comparación con las casi dos unidades Haugh que perderían los huevos almacenados a 21°C y las casi 2,5

unidades que perderían los almacenados a 26,6 grados centígrados (Donald, 1994).

Cuadro 11: Clasificación de los Huevos según las UH.

UNIDADES HAUGH	DESCRIPCION CUALITATIVA
100	
90	Excelente
80	Muy bueno
70	Aceptable
65	Marginal
60	Resistencia del consumidor
55	Pobre
< 50	Inaceptable

Fuente: (Caston, 2010)

2.7.2. El grosor de Cascara

Higginson (2013), La cáscara es un complejo proteo-cerámica y sus propiedades funcionales no están necesariamente relacionadas directamente con su espesor. Una cáscara más resistente es aquella que puede absorber y tolerar mayor impacto y otras fuerzas físicas sin agrietarse. La integridad de la cáscara está relacionada con su estructura y el patrón con el cual los minerales de calcio se deben depositar (es decir, organización y tamaño del cristal) para formar las diferentes capas de la cáscara. Desde el punto de vista de la reproducción, seleccionar solamente por un mayor espesor de la cáscara no es suficiente.

La evaluación puede ser directa (determinando las propiedades mecánicas del huevo, midiendo la resistencia de la cáscara a la rotura de diferentes maneras: por impacto o compresión, etc.) o indirecta (evaluando la gravedad específica, la capacidad de deformación sin destrucción del huevo, el espesor de la cáscara o el peso de la misma, etc.). La gravedad específica se puede medir sumergiendo una muestra de huevos tomada al azar en líquidos con diferentes concentraciones salinas, buscando la concentración a la que el huevo flota (Mallo, 2009).

Caston (2010), menciona que los huevos de menos de 0,35 mm son poco apropiados para la comercialización por su fragilidad.

Las microrroturas de la cáscara pueden detectarse por medio de lámparas o ultrasonidos. Estos métodos de evaluación de la calidad de la cáscara están cada vez más extendidos por su fácil manejo y automatización (Mallo, 2009).

Para la medición de la calidad de la cascara se utiliza diferentes técnicas e instrumentos tales como: Escalímetro, calificación por punción, resonancia acústica, resistencia a la ruptura, color de la cascara (Higginson, 2013).

2.7.3. La Yema

El índice de yema es un parámetro que informa sobre la forma ideal de la yema y su relación con la frescura y calidad del huevo. Cuanto mayor sea el valor de este índice, mayor es la frescura del huevo, ya que la yema se presenta más compacta. Cuando se obtienen índices mayores de 0,42 es porque la altura de la yema ha descendido, debido a que la membrana vitelina adquiere mayor elasticidad y además va perdiendo agua (Caston, 2010).

El color de la yema se mide por comparación con cartas de colores, la más popular es la "escala Roche". La comparación de la escala de color con la yema debe hacerse a una luz constante, siempre la misma, y no modificando tampoco el ángulo de incidencia de la iluminación, pues modifica el color que percibimos. El muestreo debe ser suficientemente amplio para cubrir la variabilidad propia del método. En la actualidad existen aparatos que por espectofotometría nos dan igualmente una escala de color (Cobos, 2002).

2.7.4. Características Organolépticas

Una vez abierto el huevo fresco sobre una superficie plana, la yema adopta una forma esferoidal, distinguiéndose muy bien en la clara la fracción densa, que queda a mayor altura que la clara fluida. El olor del huevo fresco es suave y "soso", y debe estar exento de olores desagradables y extraños. Se percibe el típico "olor a viejo" como consecuencia de los procesos enzimáticos que sufre el huevo. Incluso puede presentar olores desagradables como húmedo, mohoso, pútrido, caseoso etc. (Caston, 2010).

Si el huevo no es fresco y se mantiene integra la membrana de la yema, ésta se extiende sobre la superficie en capa de escasa altura perdiendo la forma esferoidal y presentando una forma aplastada. Además, la membrana de la yema puede tener finas arrugas y la separación de la clara y la yema resulta imposible, o bien se logra tan sólo parcialmente y con dificultad. La clara presenta escasa altura como consecuencia de la fluidificación de la clara densa, su color es más amarillo pudiendo aparecer enturbiada o teñida de rojo amarillento (Caston, 2010).

2.8. GENERALIDADES DE LOS CAROTENOIDES

Los pigmentos carotenoides son compuestos responsables de la coloración de gran número de alimentos vegetales y animales, como zanahorias, zumo de naranja, tomates, salmón y yema de huevo. Desde hace muchos años, se sabe que algunos de estos compuestos, como el ***a*** y ***b***-caroteno, así como la ***b***-criptoxantina, son provitaminas A. No obstante, estudios recientes han puesto de manifiesto las propiedades antioxidantes de estos pigmentos, así como su eficacia en la prevención de ciertas enfermedades del ser humano, como la aterosclerosis o incluso el cáncer. La estructura básica de los carotenoides es un tetraterpeno de 40 carbonos, simétrico y lineal formado a partir de ocho unidades isoprenoides de 5 carbonos unidas de manera tal que el orden se invierte al centro. Este esqueleto básico puede modificarse de varias maneras como por ejemplo por hidrogenación, deshidrogenación, ciclación, migración del doble enlace, acortamiento o extensión de la cadena, reordenamiento, isomerización, introducción de funciones oxigenadas o por combinaciones de estos procesos, dando como resultado una gran diversidad de estructuras (Rodriguez, 1999).

Olmedilla, (2008) menciona que los carotenoides hidrocarbonados se denominan colectivamente como carotenos; aquellos que contienen oxígeno se denominan xantofilas. Las funciones oxigenadas más comunes son los grupos hidroxi (OH) y epoxi (epóxidos 5,6- o 5, 8-). También se encuentran los grupos aldehído (CHO), ceto (C=O), carboxi (CO2H), carbometoxi (CO2Me) y metoxi (OMe).

Los carotenoides, ya sea carotenos o xantofilas, pueden ser acíclicos (ej. fitoflueno, ξ- caroteno, licopeno), monocíclicos o bicíclicos. La ciclación ocurre en uno o ambos extremos de la molécula, formando uno o dos anillos β de seis miembros (a veces denominados β-ionona) o anillos ε (algunas veces denominados α-ionona). Así, el monocíclico γ-caroteno tiene un anillo β mientras los bicíclicos β-caroteno, β-criptoxantina, zeaxantina y astaxantina tienen dos de estos anillos. Los bicíclicos α-caroteno y luteína tienen cada uno un anillo β y un anillo ε (Rodriguez, 1999)

Los carotenoides se pueden clasificar en general en dos tipos:

- Carotenos: el betacaroteno y el licopeno,
- Xantofilas: la luteína y la zeaxantina.

2.8.1. Los Carotenos

2.8.1.1. El betacaroteno

El betacaroteno es un miembro de la familia de los carotenoides, que son compuestos liposolubles con una gran pigmentación (roja, naranja o amarilla) presentes de forma natural en muchas frutas, cereales, aceites y verduras. De los carotenoides que se dan de forma natural y pueden ser convertidos en vitamina A por el organismo, los llamados ‘carotenoides provitamina A’, el betacaroteno es el más abundante y el más eficiente que se halla en los alimentos (Rodriguez, 1999).

2.8.1.2. Licopeno

El licopeno es un pigmento carotenoide rojo brillante que está presente en los tomates y otros frutos y verduras rojos. En estudios en tubos de ensayo, el licopeno ha demostrado ser un potente antioxidante. Dadas sus propiedades antioxidantes, se ha dedicado una cantidad sustancial de investigaciones a la correlación entre el consumo de licopeno y la salud en general (Rodriguez, 1999).

2.8.2. Las Xantofilas

2.8.2.1. Luteína y Zeaxantina

La luteína es un pigmento vegetal que, junto con el betacaroteno, es uno de los carotenoides más ampliamente distribuidos en frutas y hortalizas, que, consideradas como parte de una dieta variada, nos aportan el 95% de los carotenoides que ingerimos. La estructura química de la luteína y zeaxantina; ambos son derivados dihidroxilados del betacaroteno, que al tener los anillos beta terminales sustituidos, no tienen actividad provitamínica –A. El carotenoide luteína es, al igual que su hermana la zeaxantina, un colorante o pigmento natural, que parece amarillo si la concentración es baja y rojo anaranjado si la concentración es alta. La luteína está presente en ojos, sangre, piel, cerebro y pecho. Al ser antioxidantes, que potencialmente protegen el cuerpo contra los efectos de los radicales libres nocivos para las células, la luteína y la zeaxantina han sido asociadas a la prevención de enfermedades, especialmente las enfermedades oculares relacionadas con la edad (Olmedilla, 2008).

2.9. VEGETALES CON NIVELES DE CAROTENOS

2.9.1. El Nabo

2.9.1.1. Descripción

Kamis, (2012) menciona que el Nabo (Brassica algunas var. Parachinensis L) es un vegetal que es bastante popular. También conocido como caisim, Caisin, o albóndigas de mostaza, las verduras se cultivan fácilmente y se pueden comer frescas (generalmente marchitado con agua caliente) o transformada en encurtidos. Estos vegetales son fáciles de cultivar en tierras bajas y altas. Cuando se cultiva a temperaturas frías se floración rápidamente las plantas.

Debido a que por lo general cosechado todas las partes del cuerpo (excepto la raíz), y este rasgo es menos preferido (Kamis, 2012).

Fuente: (Kamis, 2012)

Figura 4: Planta de Nabo *(Brassica algunas var. parachinensis L.)*

Planta anual o bienal, glabra, con tallos erguidos, glabros o con algunos pelos duros en la parte inferior, simples o ramificados, tiene las hojas ásperas al tacto y superiores glaucas (azulosas), sésiles (sentadas, sin pecíolos) y amplexicaules (abrazando el tallo), flores amarillas dispuestas en racimos terminales largos (Flora chilena, 2005).

2.9.1.2. Clasificación Taxonómica

El nabo posee la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino: Plantae (plantas)
- Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares)
- División: Magnoliophyta (plantas con flores)
- Clase: Magnoliopsida (discontinua dos / dikotil)
- Orden: Capparales
- Familia: Brassicaceae
- Género: Brassica
- Especie: Brassica algunas var. parachinensis L.

2.9.1.3. Composición Química

Cuadro 12: Composicion Quimica del Nabo.

COMPONENTE	HOJAS	RAIZ	ENTERA
Materia seca (%)	9 (8,7 - 12,5)	11	9,7
Materia orgánica g/Kg MS	888	911	901
Proteína (g)	139 (87 - 206)	88	109
Digestibilidad MS (g/Kg) DM	834 (802 - 861)	959	907
Energía Total (mcal/Kg MS)	3,8	3,9	3,9
Energía Metabolizable (mcal/Kg MS)	3,1 - 3,2	2,9 - 3,1	2,87
FDN (%)	17,3 - 28,6	13,7 - 21	22
FDA (%)	19,2 - 19,5	16,7 - 24,9	-
Betacaroteno (µg)	4574	3000	-

Fuente: (Urrieta, 2009)

Cuadro 13: Composicion mineral del Nabo (100g).

COMPONENTE	HOJA
Potasio (mg)	381,4
Calcio (mg)	159,2
Fosforo (mg)	47
Manganeso (µg)	116,8
Sodio g/kg	0,57
Cobre (mg)	43,2
Zinc (µg)	462,1
Hierro (µg)	3,6
Boro g/kg	31

Fuente: (Francisco Candeira, Padilla, Lema Márquez, & Velasco Pazos, 2009)

Cuadro 14: Vitaminas del grelo (hojas nabo) (100g).

COMPONENTE	MATAIX	VAZQUEZ
Piridoxina (B6) (mg)	0,16	40
Tiamina B1 (mg)	0,06	0,06
Riboflabina B2 (mg)	0,2	0,2
Eq. A Niacina B2 (mg)	1,1	N
Ácido Fólico (µg)	110	N
Ácido Ascórbico (mg)	40	40
Vitamina A (µg)	1000	2500
Vitamina D (µg)	0	N
Vitamina E (mg)	2	2,5

Fuente: (Arias D. , 2009)

Cuadro 15: Aminoácidos esenciales del Nabo (100g).

COMPONENTE	CANTIDAD
Alanina (mg)	67
Arginina (mg)	61
Ac. Aspártico (mg)	102
Ac. Glutámico (mg)	132
Cistina (mg)	11
Fenilalanina (mg)	60
Glicina (mg)	58
Histidina (mg)	23
Isoleucina (mg)	51
Leucina (mg)	89
Lisina (mg)	63
metionina (mg)	22
Protina (mg)	46
Serina (mg)	39
Tirosina (mg)	38
Treonina (mg)	53
Triptófano (mg)	17
Valina (mg)	66

Fuente: (Dietas.net, 2004)

Cuadro 16: Ácidos grasos del Nabo (100g).

COMPONENTE	CANTIDAD
Palmítico C16:0 (g)	0,04
Esteártico C18:0 (g)	0,01
Palmitoleico C16:1 (g)	0,03
Linoleico C18:2	0,03
Linolénico C18:3 (g)	0,06

Fuente: (Dietas.net, 2004)

2.9.2. La Col

2.9.2.1. Descripción

El repollo, col repollo o col cerrada (Brassica oleracea var. capitata L.) es una planta comestible de la familia de las Brasicáceas, y una herbácea bienal, cultivada como anual, cuyas hojas lisas forman un característico cogollo compacto. También se le conoce como repollo blanco por su característico color verde pálido, para diferenciarla de la lombarda que se le conoce como repollo morado. Las diferentes variedades se obtuvieron a partir de la especie silvestre, conocida desde hace siglos, mediante cruces y selección para adaptarlas a diferentes condiciones climáticas.

Fuente: (Pixabay, 2015)

Figura 5: La Col *(Brassica oleracea)*

Existen dos variedades principales de repollos: las tempranas y las tardías. Las tempranas maduran en 50 días aproximadamente. Producen cogollos pequeños y se destinan al consumo inmediato ya que no resisten el almacenamiento. Las tardías, que maduran a los 80 días, producen cogollos mucho mayores y se destinan a la provisión invernal.

2.9.2.2. Clasificación Taxonómica

Posee la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Brassicales
- Familia: Brassicaceae
- Género: Brassica
- Especie: Brassica oleracea

2.9.2.3. Composición Química

Cuadro 17: Composicion de la Col (100g)

COMPONENTE	CANTIDAD
Energía (Kcal)	32,00
Proteína (g)	1,70
Hidratos de carbono (g)	4,10
Fibra (g)	2,40
Grasa total (g)	0,45
AGS (g)	0,10
AGM (g)	0,05
AGP (g)	0,30
Agua (g)	91,40

Fuente: (Dietas.net, 2006)

Cuadro 18: Minerales de la Col (100g)

COMPONENTE	CANTIDAD
Calcio (mg)	52,00
Hierro (g)	0,70
Yodo (g)	2,00
Magnesio (mg)	8,00
Zinc (g)	0,30
Selenio (µg)	1,00
Sodio (g)	5,00
Potasio (g)	270,00

Fuente: (Dietas.net, 2006)

Cuadro 19: Vitaminas de la Col (100g).

COMPONENTE	CANTIDAD
Vitamina B1. Tiamina (mg)	0,15
Vitamina B2. Riboflabina (mg)	0,02
Eq. a Niacina (mg)	0,8
Vitamina B6. Piridoxina (mg)	0,17
Ácido Fólico (µg)	75
Vitamina C. Ac. Ascórbico (mg)	49
Beta carotenos (µg)	385
Vitamina A (Eq. a Retinol) (µg)	64,17

Fuente: (Dietas.net, 2006)

Cuadro 20: Ácidos grasos de la Col (100g).

COMPONENTE	CANTIDAD
Mirístico C14:0 (g)	0,01
Linoleico C18:2 (g)	0,03
Linolénico C18:3 (g)	0,09
Palmítico C16:0 (g)	0,03

Fuente: (Dietas.net, 2006)

Cuadro 21: Aminoácidos esenciales de la Col (100g).

COMPONENTE	CANTIDAD
Alanina (mg)	48,0
Arginina (mg)	100,0
Ac. Aspártico (mg)	77,0
Ac. Glutámico (mg)	302,0
Cistina (mg)	27,0
Fenilalanina (mg)	30,0
Glicina (mg)	31,0
Histidina (mg)	25,0
Isoleucina (mg)	39,0
Leucina (mg)	56,0
Lisina (mg)	65,0
Metionina (mg)	13,0
Protina (mg)	266.0
Serina (mg)	79
Tirosina (mg)	23
Treonina (mg)	38
Triptófano (mg)	14
Valina (mg)	42

Fuente: (Dietas.net, 2006)

2.9.3. La Lechuga

2.9.3.1. Descripción

Planta con raíz pivotante y ramificada de unos 25 cm. El crecimiento se desarrolla en roseta; las hojas se disponen alrededor de un tallo central, corto y cilíndrico que gradualmente se va alargando para producir las inflorescencias, formadas por capítulos de color amarillo (parecidos al diente de león) reunidos en corimbos. Según las variedades los bordes de las hojas pueden ser lisos, ondulados o aserrados. Las semillas están provistas de un vilano plumoso. Las lechugas se clasifican en tres tipos: de "cabeza" o "arrepolladas", de "hoja suelta" y "cos" (Carranza, Lanchero, & Miranda, 2009).

Fuente: (Pixabay, 2015)

Figura 6: Lechuga *(Lactuca sativa L.)*

2.9.3.2. Clasificación Taxonómica

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Asterales
- Familia: Asteraceae
- Tribu: Lactuceae
- Género: Lactuca
- Especie: Lactuca sativa L.

2.9.3.3. Composición Química

Cuadro 22: Composicion de la Lechuga (100g).

COMPONENTE	CANTIDAD
Energía (Kcal)	19,6
Proteína (g)	1,37
Hidratos de carbono (g)	1,4
Fibra (g)	1,5
Grasa total (g)	0,6
AGS (g)	0,12
AGM (g)	0,01
AGP (g)	0,37
Agua (g)	95,1

Fuente: (Dietas.net, 2006)

Cuadro 23: Minerales de la Lechuga (100g).

COMPONENTE	CANTIDAD
Calcio (mg)	34,7
Hierro (mg)	1
Yodo (mg)	3
Magnesio (mg)	8,7
Zinc (mg)	0,23
Selenio (µg)	1
Sodio (mg)	1
Potasio (mg)	220

Fuente: (Dietas.net, 2006)

Cuadro 24: Vitaminas de la Lechuga (100g).

COMPONENTE	CANTIDAD
Vitamina B1. Tiamina (mg)	0,06
Vitamina B2. Riboflabina (mg)	0,07
Eq. a Niacina (mg)	0,8
Vitamina B6. Piridoxina (mg)	0,06
Ácido Fólico (µg)	33,6
Vitamina C. Ac. Ascórbico (mg)	13
Beta carotenos (µg)	1122
Vitamina A (Eq. a Retinol) (µg)	187

Fuente: (Dietas.net, 2006)

Cuadro 25: Ácidos Grasos de la Lechuga (100g).

COMPONENTE	CANTIDAD
Palmítico C16:0 (g)	0,11
Esteártico C18:0 (g)	0,01
Oleico C18:1 (g)	0,01
Linoleico C18:2	0,14
Linolénico C18:3 (g)	0,19

Fuente: (Dietas.net, 2006)

Cuadro 26: Aminoácidos de la Lechuga (100g).

COMPONENTE	CANTIDAD
Alanina (mg)	59,0
Arginina (mg)	67,0
Ac. Aspártico (mg)	149,0
Ac. Glutámico (mg)	191,0
Cistina (mg)	16,0
Fenilalanina (mg)	59,0
Glicina (mg)	60,0
Histidina (mg)	23,0
Isoleucina (mg)	76,0
Leucina (mg)	84,0
Lisina (mg)	76,0
metionina (mg)	13,0
Protina (mg)	50,0
Serina (mg)	41,0
Tirosina (mg)	17,0
Treonina (mg)	61,0
Triptófano (mg)	12,0
Valina (mg)	72,0

Fuente: (Dietas.net, 2006)

2.10. TRABAJOS RELACIONADOS

Mónica M. Estrada, *et al.* (2010), Investigó en gallinas de la línea Hy-line Brown de 60 semanas de edad el ***"Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial"*** el cual consistió en evaluar dos métodos de conservación para los huevos, en el primero se almacenaron los huevos a temperatura ambiente (23ºC) y en el segundo a refrigeración (4ºC). Ambos métodos de conservación se sometieron a la manipulación del huevo, que consistían en el volteo (180 grados) y el no volteo de las unidades experimentales. Se utilizaron 192 huevos con un peso promedio de 63 gramos, de los cuales se tomó 64 huevos para comprobar los parámetros de calidad interna con respecto al índice de la yema (IY), y

unidades Haugh (UH) se realizaron mediciones de altura de albúmina, altura y diámetro de yema a los 0, 10 y 20 días de almacenamiento en las unidades experimentales utilizando la formula UH= 100 * log ($a-1,7p^{0.37}+ 7,6$), donde: a= altura de la albúmina en mm y p= peso del huevo en gramos) que relacionan el logaritmo del espesor del albumen denso con el peso del huevo. Los huevos restantes (128) se dividieron en cuatro tratamientos, los cuales consistieron en la combinación de los factores: condiciones de almacenamiento (temperatura: almacenamiento ambiente / almacenamiento refrigerado, ambos ambientes con humedad relativa al 65%) y manipulación (volteo del huevo y no volteo del huevo), cada tratamiento contó con cuatro replicas, cada una con ocho huevos. Durante los 20 días que duró el experimento los huevos del factor manipulación fueron girados 180º sobre su eje horizontal alternando los polos una vez por día. En cada periodo de 10 días se abrieron 64 huevos (16 por tratamiento) para la evaluación de calidad cualitativa, índice de yema y calidad de albúmina. El experimento presentó diferencias altamente significativas ($p<0.001$) entre los ambientes de conservación, pero en los tratamientos volteo y no volteo no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$). El medio de conservación que presentó durante todo el periodo de evaluación los mejores resultados de calidad de huevo IY y UH fue el de refrigeración.

Alessandra Bolaños (2012), estudio en el Laboratorio de Patología Aviar de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ubicado en el distrito de San Luis, Lima – Perú la ***"Evaluación de Oleorresina de Achiote como pigmentante natural para la yema de huevo en gallinas de postura***" el cual consistió en la utilización de 120 gallinas de la misma edad y etapa reproductiva. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones; en el primer tratamiento se administró 1 kg de Montebixin (oleorresina de achiote), por tonelada de alimento, en el segundo tratamiento se administró 140 gramos por tonelada de alimento de Tecxnatur (Cantanxantina al 10%) el tercero consumió 2 kg de Montebixin por tonelada de alimento y el cuarto consumieron 3 kg de Montebixin por tonelada de alimento, los mismos que tuvieron una duración de un mes y una semana, con dos semanas de adaptación. Las mediciones de color se realizaron los días 0, 8, 15, 22, de iniciada la prueba con el abanico colorimétrico de roche y fotocolímetro de minolta. Se usó la

prueba de Duncan para la comparación entre los promedios de los tratamientos obteniendo. Se determina que la oleorresina de achiote (MONTEBIXIN) funciona de manera óptima como pigmentante natural en las yemas de los huevos obteniendo mejores resultados en el tratamiento 2 (140 g de Tecxnatur/Tn) y 4 (3 kg de Montebixin /Tn) con 11,3 de acuerdo al abanico de roche, tomando en cuenta que, a mayor dosis de oleorresina de achiote, mayor es el color observado.

DW Rizzotto, *et al.* (2011), investigo **"*Huevos de ponedoras comerciales conservados en diferentes tipos de embalajes y temperaturas*"** Se evaluaron 150 huevos que se sometieron a cinco tratamientos a saber: embalados al vacío, papel periódico, capa delgada ("film") de plástico, papel laminado y sin empaque. Se almacenaron durante 30, 60 y 90 días, utilizando 10 huevos por tratamiento para un total de 50 huevos por análisis. Las características evaluadas fueron: peso del huevo, porcentaje de cáscara (cascarón), altura de la albúmina, gravedad específica y unidades Haugh. La evaluación de la altura de la albúmina se realizó sobre una superficie plana y se midió con un calibrador digital. Para pesar el huevo se utilizó una balanza digital con precisión de 0.05 Kg. La gravedad específica se determinó a través de soluciones salinas con densidades de 1,010 a 1,095, a intervalos de 0.05 y para la determinación de éstas se utilizó un densímetro de petróleo. Para calcular las unidades Haugh se utilizaron los datos de peso del huevo y altura de la albúmina, utilizando la siguiente fórmula: $UH= 100 * \log (a-1,7p^{0.37}+ 7,6)$, donde: a= altura de la albúmina en mm y p= peso del huevo en gramos). Los cascarones se sometieron a secado en una estufa a 105°C por un período de 12 horas y después se pesaron en una balanza digital para obtener el porcentaje de cascarón. Después del pesaje, se midió su espesor utilizando un calibrador digital. El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial 3 x 5, con tres períodos de evaluación (30, 60 y 90 días) y cinco tratamientos, empacando los huevos al vacío, en papel laminado, en plástico delgado, en papel periódico o sin embalar. No existió interacción entre los tiempos de almacenamiento y los embalajes para peso del huevo, gravedad específica, porcentaje de cascarón, espesor del cascarón ni unidades Haugh. Con base en los resultados obtenidos se concluye que no hubo interferencia de

los tipos de embalaje sobre la conservación de los huevos hasta el día 30 de almacenamiento, pero después de este período los huevos envasados al vacío, en comparación con los demás materiales de empaque probados, presentan mejores características de conservación, ya que con respecto a la altura de la albúmina, que es una de las principales medidas de la calidad, los huevos envasados al vacío fueron los que presentaron los mejores resultados.

S. Lorandi, *et al.* (2011), estudio ***"Calidad externa de los huevos de ponedoras alimentadas con maíz molido durante la fase de recuperación posterior a la muda"*** El estudio se realizó en el Aviario Experimental del IFSul, campus Visconde da Graça, utilizando 224 ponedoras Hisex Brown durante un ciclo de producción, totalizando 28 días experimentales. Las aves se alojaron en una nave oscurecible y se distribuyeron en 32 jaulas de postura, a razón de 7 aves por jaula, lo que representó la unidad experimental. El diseño de la prueba fue aleatorio. Las aves se dividieron en dos tratamientos con 16 repeticiones cada uno. Los tratamientos consistieron en el suministro de maíz molido después de la muda forzada, de la siguiente manera: Tratamiento T1, 8 días de maíz molido; Tratamiento T2, 4 días de maíz molido, después de 7 y 10 días, respectivamente, de la pelecha forzada convencional (restricción del alimento). Las variables analizadas fueron: peso del huevo (PH), peso de la cáscara (PC), espesor de la cáscara (EC, medido usando un calibrador que arroja el resultado en micras) y gravedad específica (GE, evaluada mediante la inmersión de los huevos en soluciones de cloruro de sodio a concentraciones que variaron de 1.062 a 1.102). Los resultados se sometieron a análisis de varianza y las medias se compararon utilizando la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Así mismo, concluyo que el tiempo de administración de maíz molido en la fase de recuperación después de la muda forzada, no interfiere con la calidad externa de los huevos producidos al inicio del segundo ciclo.

H. M. Safaa, *et al*. (2008), estudio ***"el efecto del nivel de metionina, ácido linoleico y grasa añadida a la dieta sobre el porcentaje de huevos extras (> 73 g), la productividad y la calidad del huevo en gallinas Lohmann Brown al final del ciclo de puesta"*** utilizaron un total de 960 gallinas ponedoras Lohmann Brown de 56 a 75 semanas de edad a las que se administraron ocho dietas isoproteicas e isoenergéticas, Las dietas se

diferenciaron, principalmente, en el contenido de MET (0,31% vs. 0,36%), en el de LIN (1,12% vs. 1,60%) y en el de GRA añadida (1,1% vs. 3,0%). Cada tratamiento se replicó 6 veces y la unidad experimental estuvo constituida por 5 jaulas con 4 gallinas cada una. Los piensos fueron formulados de acuerdo a las tablas FEDNA (2003) de composición de alimentos y contenían un 0,73% de lisina, un 0,56% de treonina, un 3,90% de calcio y un 0,43% de fósforo (FEDNA, 2008). La energía bruta de los piensos se analizó en bomba calorimétrica (PARR, modelo 1356, de Parr Instrument Company, Moline, IL, Estados Unidos) y la materia seca, cenizas, proteína bruta y extracto etéreo según la AOAC (2000). Numéricamente, el tamaño del huevo fue mayor con niveles superiores de MET (69,0 g vs. 68,7 g) y de GRA (69,1 g vs. 68,6 g), pero las diferencias no fueron significativas. No se observó efecto alguno al aumentar el nivel de LIN, de un 1,12% a un 1,60%, sobre el tamaño del huevo, que fue de 68,8 g en ambos casos. Al final del ciclo de puesta, el porcentaje de huevos de tamaño excesivamente grande es elevado. Estos huevos presentan un grosor de la cáscara menor porque la gallina es más vieja y su capacidad fisiológica para depositar calcio está reducida. De 60 a 67 semanas de edad, al reducir el nivel de MET del pienso de un 0,36% a un 0,31%, se redujo el porcentaje de huevos XL y L de 85,9% a 79,8%, pero las diferencias no fueron significativas. De 64 a 67 semanas de edad al reducir el nivel de GRA de la dieta de un 3,0% a un 1,1%, se redujo el porcentaje de huevos XL de 26,8% a 14,6%. Los resultados obtenidos del estudio ponen de manifiesto que el nivel de metionina y ácido linoleico y, probablemente, el de grasa añadida, puede reducirse considerablemente en los piensos comerciales de gallinas al final del ciclo de puesta sin efecto alguno sobre la productividad o la calidad del huevo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materiales de Campo

- Galpón avícola
- 24 Aves de Postura
- Balanceado avimentos para ponedoras
- Conchilla de gruesa
- Vegetales (Col, Lechuga, Nabo)
- Corrales de mallas
- Nidales
- Aserrín
- Comederos
- Bebederos
- Mesa nivelada
- 2 Estufas artesanales calibradas
- Vidrio de 15 cm x 15 cm de 4 mm de espesor
- Abanico de roche
- Escalímetro
- Balanza
- Mandil
- Botas
- Guantes
- Mascarillas

3.1.2. Materiales de Oficina

- Cámara Digital
- Computador
- Impresora
- Libreta de apuntes
- Lápices
- Calculadora científica

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Ubicación

La presente investigación se la llevó a cabo en las instalaciones de la “Quinta Experimental Punzara” de la Universidad Nacional de Loja, ubicada al sur de la ciudad de Loja, a una altura de 2100 m.s.n.m., con una precipitación anual de 769.7 mm, se encuentra dentro de la formación ecológica Bosque seco, Montañoso bajo, el viento tiene una dirección al norte con una velocidad de 3.5m/s la temperatura promedio fluctúa entre 13.6 a 16.2°C y con una humedad ambiental relativa entre el 70 a 80% (Estacion Meteorologica, 2009).

3.2.2. Descripción y Adecuación de Instalaciones

De acuerdo a las condiciones climáticas adecuadas del Programa Avícola de Quinta Experimental Punzara se llevó a cabo la investigación. Por lo tanto, se procedió a realizar lo siguiente:

- Deshierba y siembra de vegetales
- Construcción de estufas artesanales
- Limpieza del área a utilizar en el galpón
- Construcción de compartimentos a base de malla y madera
- Aplicación de la cama a base de aserrín
- Limpieza e Instalación de nidales
- Desinfección de la cama, paredes y nidales
- Instalación de tubería de los bebederos automáticos
- Ubicación de comederos y bebederos
- Sorteo de los grupos experimentales
- Colocación de boquillas y bombillos

3.2.3. Diseño experimental

Para la realización de la presente investigación se utilizó un arreglo factorial 2x3 (Temperatura x raciones) dispuesto en un diseño bloques al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones, considerando a cada tiempo de almacenamiento como una réplica.

Cuadro 27: Esquema del diseño del experimento (Arreglo factorial 2x3).

FACTORES	NIVELES	TRATAMIENTO	U. EXP.
Temperaturas	15 - 20 °C (T1)	T1R1	4
		T1R2	4
	25 - 30 °C (T2)	T1R3	4
Raciones	Nabo (R1)	T2R1	4
	Col (R2)	T2R2	4
	Lechuga (R3)	T2R3	4

3.2.4. Unidades experimentales

Se seleccionaron 24 gallinas Hy-Lyne de postura en periodo de producción con 90 semanas de edad; Sometidos a un periodo preliminar de adaptación de 5 días para su posterior análisis de los huevos. Los vegetales utilizados no tienen la misma cantidad de β-carotenos. Por tal motivo; se procedió a igualar las raciones a 4574 µg de β-carotenos/grupo; administrando 407,75 g. de Lechuga/grupo, 1188 g. de col/grupo y 100 g. de Nabo/grupo.

3.2.5. Variables de Estudio

- Unidades Haugh
- Grosor de la Cáscara
- pH de los Huevos
- Pigmentación de la Yema
- Peso de los Huevos

3.2.6. Toma y Registros de Datos

3.2.6.1. Toma de muestras

Se procedió a recolectar diariamente por las mañanas las muestras (huevos de las aves de postura suplementadas) las cuales se las coloco en cubetas con identificación de cada grupo proveniente.

3.2.6.2. Preparación de muestras

Las muestras (huevos de mesa) fueron identificadas con las abreviaturas de cada grupo tomando en cuenta el tipo de tratamiento, temperatura de almacenamiento (15 – 20 °C y 25 – 30 °C) y días de almacenamiento (3, 6, 9,12, 15, días) en que estará la muestra hasta ser evaluada. Luego se almaceno en su estufa correspondiente de acuerdo a su identificación.

3.2.6.3. Unidades Haugh

Para la obtención de las unidades Haugh se utilizó el pie de rey o micrómetro, para determinar la altura de la albumina, y una balanza digital para obtener el peso de los huevos.

Con estas medidas y pesos por medio de una formula logarítmica se pudo obtener las unidades Haugh, que son las que indican la calidad del huevo de mesa en que se encuentra.

La fórmula logarítmica utilizada es la siguiente:

$$\mathbf{UH} = 100 * \log (h - 1{,}7w^{0{,}37} + 7{,}6)$$

En donde:

h= es altura de la albumina

w= es peso del huevo

3.2.6.4. Grosor de cascara

Para la medición de la variable de grosor de cascara se utilizó el pie de rey o micrómetro. Las medidas se las realizo en tres partes especialmente en el centro del huevo en donde se hizo su rotura y luego se sacó su promedio.

3.2.6.5. Peso de los huevos

Para obtención de esta variable se utilizó una balanza digital en gramos, en la cual se colocaba el huevo sobre la balanza para verificar su peso y registrarlo.

3.2.6.6. El pH de los huevos

La medición de la variable de pH se realizó con las tiras reactivas, las cuales se les colocaba por 5 segundos sobre la albumina del huevo en la parte más cercana a la yema y se medía comparando la coloración de la tira con el patrón de colores obteniendo su nivel de pH.

3.2.6.7. Pigmentación de la yema

Para determinar el color de la yema se utilizó el Abanico Colorímetro de Roche, el cual se comparó el color de la yema de huevo con los colores del abanico determinando su puntuación. La evaluación del color se hizo en un lugar claro el cual no haya variación de iluminación para mayor precisión.

3.2.7. Procesamiento de la Información

3.2.7.1. Tabulación

La información obtenida se la tabuló por medio de las pruebas de Tukey y Duncan y, los resultados de los análisis, se ordenaron y clasificaron en cuadros estadísticos de acuerdo a las variables e indicadores en estudio**.**

3.2.7.2. Análisis e interpretación de resultados

Para la interpretación de resultados y análisis se aplicó: la ordenación de los datos en cuadros de frecuencia, medidas de tendencia central, desviación estándar y estadística inferencial, para obtener los resultados estadísticos.

3.2.7.3. Presentación de resultados

Los resultados se presentaron mediante cuadros, gráficas y de forma textual.

3.2.7.4. Redacción e informe final

Se realizó de acuerdo a las normas vigentes en la Universidad Nacional de Loja.

4. RESULTADOS

4.1. CUANTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES HAUGH

En la cuantificación de las Unidades Haugh se utilizó los datos promedios de cada tratamiento y día de almacenamiento con sus respectivas temperaturas.

Cuadro 28: Valores de Unidades Haugh en huevos de gallina a dos niveles de temperatura de almacenamiento y tres suplementos vegetales.

DIAS	T1 (15 - 20 ^{0} C)			T2 (25 - 30 ^{0} C)			$\overline{X}$
	Trat. 1 NABO	Trat. 2 COL	Trat. 3 LECHUGA	Trat. 4 NABO	Trat. 5 COL	Trat. 6 LECHUGA	
3	67,17	69,27	74,90	69,16	70,65	65,38	**69,4**
6	47,05	49,56	49,68	42,48	43,82	39,97	**45,4**
9	40,94	41,45	50,50	39,63	38,41	32,29	**40,5**
12	28,32	33,86	44,72	28,08	30,66	35,84	**33,6**
15	30,06	31,19	36,78	31,05	33,72	30,84	**32,3**
$\overline{X}$	**42,71**	**45,07**	**51,31**	**42,08**	**43,45**	**40,87**	**----**

En las Unidades Haugh, alcanzó el mayor promedio el tratamiento tres que corresponde a la Lechuga en la temperatura uno (15 – 20 °C) con 51,31 UH; mientras que el tratamiento cinco registró el menor valor con 40,87 UH perteneciendo a la Lechuga en la temperatura dos (25 – 30°C).

En relación al tiempo de almacenamiento, desde el día tercero hasta el día quince de almacenamiento existe un descenso de 69,4 a 32,3, existiendo una diferencia de 37,1 UH de perdida.

4.2. GROSOR DE LA CÁSCARA

Para obtener el resultado de esta variable se utilizó el micrómetro, para analizar el espesor del cascaron del huevo de mesa después de su almacenamiento y

para mayor presicion se tomo las medidas de la lineal Ecuatorial del huevo dos veces y se dividio para dos sacando un promedio para su estudio.

Cuadro 29: Grosor de la Cáscara (mm) en huevos de gallina a dos niveles de temperatura de almacenamiento y tres suplementos vegetales.

DIAS	T1 (15 - 20 ^{0} C)			T2 (25 - 30 ^{0} C)			$\overline{X}$
	Trat. 1 NABO	Trat. 2 COL	Trat. 3 LECHUGA	Trat. 4 NABO	Trat. 5 COL	Trat. 6 LECHUGA	
3	0,38	0,32	0,35	0,35	0,37	0,36	**0,36**
6	0,33	0,34	0,34	0,32	0,33	0,31	**0,33**
9	0,36	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	**0,34**
12	0,33	0,33	0,36	0,34	0,35	0,37	**0,35**
15	0,34	0,35	0,34	0,34	0,33	0,34	**0,34**
$\overline{X}$	**0,35**	**0,34**	**0,34**	**0,34**	**0,34**	**0,34**	**---**

En el Grosor de cascara, alcanzó el mayor promedio el tratamiento uno que corresponde al Nabo en la temperatura uno que oscila entre 15 a 20 °C con un valor de 0,35 mm; mientras que los tratamientos dos, tres, cuatro, cinco y seis registraron el menor valor con 0,34 mm de espesor.

En relación al tiempo de almacenamiento, desde el día tercero hasta el día quince de almacenamiento existe un resultado variable entre 0,36 mm hasta 0,33 mm obteniendo el día tres el mayor valor y el día seis de almacenamiento el menor valor.

4.3. PH DE LOS HUEVOS

En la medición del potencial hidrogeno (pH) se lo realizo con la ayuda de las tiras reactivas, recogiendo las muestras a nivel de la albumina con mayor espesor y consistencia (cerca de la yema).

Cuadro 30: Valores de pH en huevos de gallina a dos niveles de temperatura de almacenamiento y tres suplementos vegetales.

DIAS	T1 (15 - 20 ^{0} C)			T2 (25 - 30 ^{0} C)			$\overline{X}$
	Trat. 1 NABO	Trat. 2 COL	Trat. 3 LECHUGA	Trat. 4 NABO	Trat. 5 COL	Trat. 6 LECHUGA	
3	8,60	8,53	8,47	8,80	8,73	8,80	**8,66**
6	8,87	8,73	8,93	8,87	8,80	8,80	**8,83**
9	8,80	8,93	9,00	8,87	8,87	9,00	**8,91**
12	8,93	8,93	9,00	9,00	8,93	9,00	**8,97**
15	8,87	8,93	9,00	9,00	9,00	8,93	**8,96**
$\overline{X}$	**8,81**	**8,81**	**8,88**	**8,91**	**8,87**	**8,91**	**---**

En el pH de los huevos, alcanzó el mayor promedio el tratamiento cuatro que corresponde al Nabo y tratamiento seis que corresponde a la Lechuga en la temperatura dos que oscila entre 25 a 30°C dando un resultado de 8,91; mientras que el tratamiento uno y dos registró el menor valor con 8, 81 perteneciendo al Nabo y Col en la temperatura uno.

Sin embargo; en relación al tiempo de almacenamiento, desde el día tercero hasta el día quince de almacenamiento existe un ascenso desde 8,66 hasta 8,96, obteniendo un mayor valor en el día quince de almacenamiento y el menor valor en el día tres.

4.4. PIGMENTACIÓN DE LA YEMA

En la medición de la siguiente variable se utilizó el abanico de roche, en el cual se compara la coloración de la yema de huevo con los colores existentes en el abanico, la cual tiene una escala de calificación (2 al 15) y según su grado de coloración de la yema se evaluó esta variable.

Cuadro 31: Pigmentación de la Yema en huevos de gallina a dos niveles de temperatura de almacenamiento y tres suplementos vegetales.

DIAS	T1 (15 - 20 ^{0} C)			T2 (25 - 30 ^{0} C)			$\overline{X}$
	Trat. 1 NABO	**Trat. 2 COL**	**Trat. 3 LECHUGA**	**Trat. 4 NABO**	**Trat. 5 COL**	**Trat. 6 LECHUGA**	
3	11,47	11,20	10,80	11,00	10,60	11,07	**11,0**
6	11,27	11,20	10,73	10,87	11,20	10,93	**11,0**
9	11,87	10,53	10,67	11,27	10,67	10,53	**10,9**
12	11,47	10,73	10,67	10,47	10,07	10,20	**10,6**
15	11,40	10,93	10,67	10,60	10,20	10,53	**10,7**
$\overline{X}$	**11,49**	**10,92**	**10,71**	**10,84**	**10,55**	**10,65**	**---**

En la pigmentación de la yema, alcanzó el mayor promedio el tratamiento uno que corresponde al Nabo en la temperatura uno que oscila entre 15 a 20°C con un valor estimado de 11,49 según la escala de Roche; mientras que el tratamiento cinco registró el menor valor con 10,55 perteneciendo a la Col en la temperatura dos (25 – 30°C).

En relación al tiempo de almacenamiento, tomando en cuenta desde el día tercero hasta el día quince de almacenamiento existe un descenso de 11,0 a 10,7 en la escala de Roche, obteniendo el mayor resultado en el día tercero de almacenamiento y el de menor valor en el día quince, existiendo una diferencia de 0,4 de pH entre los días de almacenamiento.

4.5. PESO DE LOS HUEVOS

Los pesos de los huevos se los tomo en una balanza electrónica, pesándolos individualmente y enteros antes de ser evaluados de acuerdo a sus días de almacenamiento, y por ende se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 32: Peso (g) en huevos de gallina a dos niveles de temperatura de almacenamiento y tres suplementos vegetales.

DIAS	T1 (15 - 20 ^{0} C)			T2 (25 - 30 ^{0} C)			$\overline{X}$
	Trat. 1 NABO	**Trat. 2 COL**	**Trat. 3 LECHUGA**	**Trat. 4 NABO**	**Trat. 5 COL**	**Trat. 5 LECHUGA**	
3	68	70	70	67	74	72	**70,2**
6	66	69	69	66	68	70	**68,0**
9	63	67	69	64	66	70	**66,5**
12	65	71	68	66	68	67	**67,5**
15	69	67	70	66	65	70	**67,8**
$\overline{X}$	**66**	**69**	**69**	**66**	**68**	**70**	**---**

En el Peso del huevo alcanzó el mayor promedio el tratamiento seis que corresponde a la Lechuga en la temperatura dos (25 – 30°C) con 70 gramos; mientras que el tratamiento uno y cuatro registró el menor valor con 66 gramos perteneciendo al Nabo en la temperatura uno (15 – 25°C).

En relación al tiempo de almacenamiento, desde el día tercero hasta el día quince de almacenamiento existe una diferencia de 2,2 g; obtenido en el día tres de almacenamiento el mayor resultado con 70,2 gramos el menor resultado en el día nueve con 66,5 gramos.

5. DISCUSIÓN

5.1. UNIDADES HAUGH

Según el manual Hy-line de gallinas ponedoras 2016, en la semana 90 de postura existe un promedio de 79,7 de unidades haugh y pasado este periodo las unidades haugh son variables. Sin embargo podemos mencionar que los resultados obtenidos en esta investigacion los huevos almacenados tres dias a temperaturas menores de 20 °C (T1) en gallinas ponedoras a 90 semanas de edad suplementadas con lechuga se obtuvo 74,90 UH de promedio, seguido de la col 69,27 UH y el nabo 67,17 UH. Según Estrada, *et al*. (2010), para medir las Unidades Haugh su valor para cada huevo está en función del peso total del huevo y de la altura de la clara densa. Cabe mencionar que la lechuga en el tratamiento uno (T1), obtuvo pesos altos (70 g) y tuvo la misma reciprocidad con la altura de albumina (6,32 mm) con relación a los huevos de las otras dietas que su correlación es menor, ahí la variabilidad de las unidades Haugh. Y según lo mencionado por Donald D. Bell que publica: “los huevos almacenados a temperaturas de 10˚C con el tiempo perderían 1 unidad Haugh por día, mientras que a 21°C perderían 2 unidades y 2.5 unidades almacenados a 26.6°C”. Asi mismo; E. Rosales & S. Fernández (2010), publica que: “la calidad interna se pierde muy rápido en 3 - 5 días y cae de 90 UH a 70 UH si no se almacena adecuadamente”. Teniendo en cuenta esto, se puede asegurar la calidad del huevo se conserva hasta los tres dias de almacenamiento sin variación, a temperaturas menores a 20 °C. En cambio, los huevos almacenados a temperaturas sobre los 25 y 30 °C (T2) disminuye su calidad y son aptos solo hasta el día tres de almacenamiento.

Cabe mencionar que, se debe tener en cuenta que las unidades Haugh son afectadas por el tiempo de almacenamiento, temperatura, edad del ave, la línea genética, nutrición, enfermedades como: la Bronquitis infecciosa, suplementos y medicamentos (Cobos, 2002).

5.2. GROSOR DE CASCARA

L. Abarca & J.A. Quintana (2011), mencionan que el grosor idóneo del cascarón se encuentra entre 0.35 a 0.43 mm a la mitad huevo (nivel del ecuador) en huevos de reproductoras pesadas para incubación. Sin embargo, Baxio (2013), argumenta que, como dato orientativo, en general, el espesor medio de la cáscara de huevo es de 0.35 mm. Huevos con un espesor de cáscara inferior a 0.30 mm son poco apropiados para la comercialización debido a su fragilidad. En comparación con los datos estimados con anterioridad el grosor de cascara obtenidos en esta investigación está dentro de los rangos establecidos para los huevos que pueden ser comercializados. Y se toma en cuenta que los vegetales (col, lechuga, nabo) utilizados en este trabajo no mejoran ni deterioran sustancialmente el grosor de cascara.

Cabe recalcar que las aves estaban en un periodo de finalización de postura (90 semanas), las mismas que se las alimento con un 5% de calcio con una granulometría de 3 – 5 mm de grosor en la ración balanceada cada fin de semana durante todo el proceso de investigación.

5.3. PH DE LOS HUEVOS

En la presente investigación el vegetal que conservo un pH menor fue la lechuga (8,47) al día tres de almacenamiento a temperatura bajo los 20°C. estando en total acuerdo con lo publicado por E. Rosales & S. Fernández (2010) que manifiesta: “el pH de la albúmina va de 7.5 en un huevo fresco a 8.5 en huevos con dos días de almacenamiento, en caso de la yema el pH es de 6 en huevo fresco y sus cambios son influenciados por la clara” pero al día 9, 12 y 15 de almacenamiento se incrementa el pH a 9,00 discrepando lo antes mencionado. Sin embargo, Caston (2002) publica “El pH del albumen es alrededor de 7,4-7,9 llegando con el paso del tiempo hasta valores de 9,2 - 9,7” dando a entender que el pH de la lechuga en el T1 al día 15 de almacenamiento está al borde del límite superior del rango disminuyendo su calidad. Mientras tanto en el T2 el de menor es un poco mayor a la del T2 la col mantiene su pH bajo (8,73) y va disminuyendo mientras pasa los días de almacenamiento llegando a 9,00 en el día 15 de almacenamiento obteniendo un promedio de 8,87 con relación al nabo y a la lechuga (8,91). Según Caston

(2002), comenta que el cambio de pH de los huevos se ve afectado por la temperatura debido a que existe pérdida de vapor de agua (origina disminución de peso y aumento de la cámara de aire) y de anhídrido carbónico (presión de vapor de agua y de la superficie de transferencia, la cutícula y la porosidad), existiendo una fluidificación de la clara que puede depender de la modificación de las interacciones electrostáticas entre la B-ovomucina (forma gel, establece relación electrostática) y la lisozima (pH básico), hidrólisis enzimática. Por tal motivo, se puede mencionar que el trabajo de investigación si está relacionado con lo publicado por Caston (2002) y mencionar que la temperatura afecta en el pH de los huevos almacenados a temperaturas mayores de 25°C a 30°C que en temperaturas de 15 a 20°C desde el tercero al día quince de almacenamiento.

Estrada (2010) menciona que, las dietas ricas en ácido Linolénico presentan huevos con sabores desagradables, Esto puede deberse a la ausencia de antioxidantes que contrarresten la acción oxidativa, y también a la alta concentración de ácidos grasos de cadena larga, que son más susceptibles a la degradación oxidativa, por tal motivo una dieta menor en ácido linolénico existirá un pH más bajo y por ende, mayor frescura de los huevos, siendo en nuestro caso de menores niveles de ácido linolénico el nabo (0,06 g), pero se obtuvo mejores resultados con la col (0,09 g).

5.4. PIGMENTACION DE LA YEMA

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de la pigmentación, se pudo apreciar que en las raciones aplicadas (nabo, col, lechuga) en los primeros tres días de almacenamiento en la temperatura uno (T1), el nabo tiene un promedio de 11,49 de pigmentación de acuerdo al abanico de roche a diferencia de la col (10,92) y la lechuga (10,71) existiendo un grado de diferencia. De la misma manera en el T2 se obtuvo de promedio 10,85 para el nabo. Teniendo en cuenta que A. Bolaños (2012), estudio la evaluación de la Oleorresina de Achiote como pigmentante natural para la yema de huevo en gallinas de postura y obtuvo resultados de 11,3 en el abanico de roche en huevos almacenados a temperatura ambiente y evaluados a los 20 días. En comparación con los resultados el nabo concurre un mejor resultado de

pigmentación. Tomando en cuenta, que los huevos analizados en esta investigación contienen mayor pigmentación en los primeros días y va disminuyendo al transcurrir un periodo de almacenamiento (15 días) a temperaturas altas (25 – 30°C). Se toma en cuenta que: la suplementación vegetal (nabo, col, lechuga) está relacionada con la pigmentación de la yema del huevo, debido a que los vegetales no tenían la misma cantidad de betacarotenos y se procedió a una nivelación, resultando ser el nabo el que se administró en menores cantidades que la lechuga y col; por ende, existió una pequeña cantidad de desperdicios de la col y lechuga, la cual se cree que debió influir mínimamente en los resultados de la pigmentación de yema.

Durante la evaluación de la coloración de la yema existió manchas de sangre, las cuales M. D. Soler *et al.* (2011), señalan que estas manchas al igual que las conocidas como manchas de carne, están determinadas principalmente por aspectos genéticos, así como por cuestiones relacionadas con la edad y el estrés al que se ven sometidas las gallinas. No está del todo demostrado que sobre dichas manchas exista un efecto de la alimentación, aunque es posible que aumentos drásticos en el nivel de proteína de la dieta o la presencia de algunos tóxicos en el pienso puedan aumentar su frecuencia.

5.5. PESO DE LOS HUEVOS

Hy-Lyne (2016) publica que: De acuerdo a los estándares europeos, el peso del huevo va entre 43 a 73 gramos dentro de las primeras 20 a 90 semanas de edad. Por lo cual en la presente investigación los pesos están dentro de sus parámetros, obteniendo mejores pesos la lechuga (T1= 69 g y T2= 70 g) y los mínimos el nabo (T1y T2= 66g). de tal manera que se encuentran dentro de los huevos “Grandes o L” según lo publicado por el instituto de estudios del huevo (2009) que clasifica los huevos en: Súper grandes o XL: de 73 gramos o más, Grandes o L: entre 63 y 73 gramos, Medianos o M: entre 53 y 63 gramos., Pequeños o S: menos de 53 gramos.

R. García, *et al*. (2008), Manifiesta que la alimentación influye sobre el peso del huevo mediante la manipulación en la dieta en la cantidad de amino ácidos azufrados y del ácido linoleico suministrados a la gallina; por lo mismo, si se incrementa el suministro de amino ácidos azufrados o esenciales se provoca el

aumento del albumen del huevo; mientras que el ácido linoleico incrementa el peso de la yema. Mientras tanto Y tomando en cuenta los nutrientes de los vegetales suministrados según lo publicado por Dietas.net (2006), que sostiene: la lechuga contiene 0,14 gramos de ácido linoleico conjugado, el nabo tiene 0,03 gramos en 100 gramos de porción comestible al igual que la col; Por esta razón, los huevos de las gallinas ponedoras suplementadas con lechuga obtuvieron pesos de los huevos grandes. Pero Safaa (2010) publica: que el nivel de metionina y ácido linoleico y, probablemente, el de grasa añadida, puede reducirse considerablemente en los piensos comerciales de gallinas al final del ciclo de puesta sin efecto alguno sobre la productividad o la calidad del huevo. No concertando con lo publicado por R. García, *et al*. (2008).

6. CONCLUSIONES

Posterior a los análisis de los resultados y discusión de las diferentes variables en estudio sobre la suplementación con vegetales en aves de postura y su posterior almacenamiento en diferentes temperaturas, se ha llegado a concluir lo siguiente:

- En Unidades Haugh obtuvo el mayor resultado el tratamiento tres (T1R3= 51,3 UH) y el tratamiento 5 (T2R2= 43,4 UH)
- En el Grosor de Cascara el de mayor resultado obtuvo el tratamiento 1 (T1R1= 0,35 mm).
- En el pH de los huevos el tratamiento 2 y el tratamiento 5 reflejaron el mejor valor (T1R2 y T2R2= 8,81)
- En la Pigmentación de Yema los mejores valores obtuvieron el tratamiento 1 (T1R1= 11,49) y el tratamiento 4 (T2R1= 10,84) según la escala de Roche.
- El peso de los huevos con mayores resultados obtuvo el tratamiento 3 (T1R3= 69 g) y tratamiento 6 (T2R3= 70 g).

7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a la dificultad para obtener información para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación, se ha tomado en cuenta cada uno de los resultados estadísticamente analizados y debido a ello se recomienda lo siguiente:

- Realizar investigaciones sobre la calidad del huevo de mesa con otros vegetales, de fácil adquisición y de bajo costo, con propiedades que puedan ayudar a conservar e incrementar la pigmentación de las yemas incrementando su comercialización en el mercado.
- Complementar la alimentación de las aves con pastos y residuos de cosecha de hortalizas para mejorar la calidad del huevo, especialmente en lo relacionado con el sabor y coloración de la yema.
- Implementar estudios en gallinas ponedoras de otras líneas con la finalidad de recopilar más información, ya sea sobre betacarotenos naturales o sintéticos.
- Realizar investigaciones sobre la calidad interna del huevo de mesa conservado en diferentes embalajes y someterlo a un periodo de almacenamiento largo a diferentes temperaturas y evaluarlo por periodos.

8. BIBLIOGRAFÍA

Araneda, M. (2015). HUEVOS Y DERIVADOS. *EDUALIMENTARIA*, 1. Obtenido de http://www.edualimentaria.com/huevos-composicion-y-propiedades

Arias, D. (2009). CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICO Y SENSORIAL DE NABIZA Y GRELO (BRASSICA RAPA L.). universidad nacional de compostela. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OLsQF9t4A7oC&oi=fnd&pg=PP2&dq=nabo+composicion+quimica+Brassica+rapa+L.+var.+rapa&ots=CF7j2-SREn&sig=lHDmBCeQTNGAHWMFj1TUmEXKT0A#v=onepage&q&f=false

Arias, J. (2010). LA CASCARA DEL HUEVO. *Monografias de Medicina Veterinaria, 11*(2), 1. Obtenido de http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4946/4830

ASALE. (Octubre de 2014). *DLE, Real Academia Española*. (F. IV, Editor, & Asociacion de Academias de la Lengua Española) Obtenido de DLE: http://dle.rae.es/?id=KlyzyqH

Barroeta, A. (2009). EL HUEVO Y SUS COMPONENTES COMO ALIMENTO FUNCIONAL. *Instituto de Estudios del Huevo*, 9/11. Obtenido de http://www.institutohuevo.com/images/archivos/ana_barroeta._el_huevo_alimento_funcional08_13135328.pdf

Carranza, C., Lanchero, O., & Miranda, D. (2009). ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L.) 'BATAVIA'. *XXVII(1)*. BOGOTA, COLOMBIA: Red de Revistas Científicas de América Latina. Obtenido de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180314730006

Caston, M. J. (Octubre de 2010). HIGIENE, INSPECCIÓN Y CONTROL ALIMENTARIO. *C.C. de la Salud*, 11/13. Murcia, ESPAÑA. Obtenido de http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario

CEE. (26 de Junio de 1990). NORMAS DE COMERCIALIZACION DE LOS HUEVOS. *Juntas de Castilla y Leon*(L173), BELGICA. Obtenido de http://www.saludcastillayleon.es/institucion/es/recopilacion-normativa/seguridad-alimentaria/huevos-mayonesa/reglamento-cee-n%C2%BA-1907-90-consejo-26-junio-1990-relativo-de

Cobos, D. P. (Julio de 2002). CALIDAD INTERNA DEL HUEVO Y SU CONSERVACIÓN. *Lecciones sobre el Huevo, 1*, 58 - 71. Obtenido de http://docplayer.es/5952673-Edicion-coordinada-por.html

Codigo Alimentario. (Miercoles de Mayo de 2006). HUEVOS Y DERIVADOS. *Codigo Alimentario*, 6. Obtenido de http://pendientedemigracion.ucm.es/info/nutrihum/ResumenCodigoAlimentario.pdf

Dietas.net. (2004). EL NABO. *CALORIAS EN LE NABO TUBERCULOS Y RAICES*. Obtenido de http://www.dietas.net/tablas-y-calculadoras/tabla-de-composicion-nutricional-de-los-alimentos/verduras-y-hortalizas/tuberculos-y-raices/nabo.html

Dietas.net. (2006). LA COL, TABLA E INFORMACION NUTRICIONAL DE LAS VERDURAS. Obtenido de http://www.dietas.net/tablas-y-calculadoras/tabla-de-composicion-nutricional-de-los-alimentos/verduras-y-hortalizas/verduras-frescas/col.html

Dietas.net. (2006). LA LECHUGA. TABLA E INFORMACION NUTRICIONAL DE LAS VERDURAS. Obtenido de http://www.dietas.net/tablas-y-calculadoras/tabla-de-composicion-nutricional-de-los-alimentos/verduras-y-hortalizas/verduras-frescas/lechuga.html

Donald, B. D. (1994). PRODUCCION DE HUEVOS. *Deterioro de la calidad de huevos con la edad*, 1. California. Obtenido de

http://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1995m6v37n6/selavi_a1995m6v37n6p365.pdf

Estacion Meteorologica. (2009). Loja, Ecuador.

FAO. (2007). CODIGO DE PRACTICASDE HIGIENE PARA LOS HUEVOSY LOS PRODUCTOS DE LOS HUEVOS. *CODIGO INTERNACIONAL RECOMENDADO*, 8. Obtenido de http://www.fao.org/docrep/012/i1111s/i1111s01.pdf

Fernandez, M. (2000). ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL Y COMPOSICIÓN DE LAS CÁSCARAS DEL HUEVO. *Monografias de Medicina Veterinaria, 20*(2), 1. Obtenido de http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/rt/printerFriendly/5017/4901

Flora chilena. (21 de Diciembre de 2005). Brassica campestris. Santiago, Florida, Chile. Obtenido de http://www.chileflora.com/Florachilena/FloraSpanish/HighResPages/SH0000.htm

Francisco Candeira, M., Padilla, G., Lema Márquez, M., & Velasco Pazos, P. (Febrero de 2009). EL GRELO DE GALICIA. PORTUGAL. Obtenido de http://digital.csic.es/handle/10261/45497

French, K. M. (1987). *CRIANZA PRACTICA DE AVES* (Vol. I). (F. I. Amato, Ed., & L. Ritter, Trad.) N. W. WASHINGTON D.C., ESTADOS UNIDOS. Obtenido de https://www.k4health.org/sites/default/files/M0034_Crianza_Practica_de_Aves.pdf

Higginson, T. (2013). LA CIENCIA DE LA CALIDAD DEL HUEVO. *Hy - Line*, 2 - 8. Obtenido de http://www.hyline.com/UserDocs/Pages/TB_EQ_SPN.pdf

Hy-Line, I. (Enero de 2016). Ponedoras Comerciales Hy Line. *Hy - Line*, 2, 3, 36. Obtenido de http://www.hyline.com/UserDocs/Pages/BRN_COM_SPN.pdf

Instituto de Estudios del huevo. (Octubre de 2009). SABER MAS PARA COMER MEJOR. *FOLLETO HUEVO, 1*, 23 /168. MADRID, ESPAÑA: Editorial Everest, S. A. Obtenido de http://www.institutohuevo.com/images/archivos/el_gran_libro_del_huevo.pdf

Irigoyen, A. A. (2008). EL HUEVO COMO ALIADO DE LA NUTRICION Y LA SALUD. (S. S. Porben, Ed.) *RCAN, REVISTA CUBANA DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN., 18*(2), 5/15. Obtenido de http://www.revicubalimentanut.sld.cu/Vol_18_2/Resumenes%20Seminario%20Huevo.pdf

Kamis. (30 de Agosto de 2012). DUNIA BIOLOGI. Obtenido de http://duniabiologianda.blogspot.com/2012/08/sawi-hijau-brassica-rapa-var.html

Koelkebeck, K. W. (16 de Septiembre de 2010). CALIDAD DEL HUEVO Y SU CONSERVACION. *EL SITIO AVICOLA*, 1. Obtenido de http://www.elsitioavicola.com/articles/1832/qua-es-la-calidad-del-huevo-y-su-conservacian

Mallo, A. O. (2009). FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD EXTERNA DEL HUEVO. *NOREL S.A.*, 18 - 19. Obtenido de http://norel.net/es/system/files/factores_que_afectan_a_la_calidad_del_huevo_10.pdf

Mateos, S. G. (9 de Noviembre de 1996). INFLUENCIA DE LA NUTRICIÓN SOBRE LA COMPOSICION. *FEDNA*, 6,7,8. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/28180440_Influencia_de_la_nutricion_sobre_la_composicion_nutricional_del_huevo

Monica M. Estrada, L. F. (13 de Abril de 2010). EFECTO DE LA TEMPERATURA Y EL VOLTEO DURANTE EL ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD DEL HUEVO COMERCIAL. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS PECUARIAS (R.C.C.P.)*, 3/8. Medellin,

COLOMBIA. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v23n2/v23n2a07.pdf

Olmedilla, B. (2008). EFECTO DE “NUEVOS” NUTRIENTES SOBRE LA RETINA Y LA FUNCIÓN VISUAL. *LUTEINA Y MICRONUTRIENTES EN LA PREVENCION(12)*, 3/10. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Instituto del Frío.

Pixabay. (18 de Marzo de 2015). LA COL. Obtenido de https://pixabay.com/es/verduras-col-repollo-vegetales-678539/

Pixabay. (Junio de 2015). LECHUGA DE HOJA VERDE. Obtenido de https://pixabay.com/es/lechuga-de-hoja-verde-agricultura-753296/

Puig, L. (Diciembre de 2013). CALIDAD DEL HUEVO EN REPRODUCTORAS. *7*. ESPAÑA. Obtenido de http://avicultura.info/download/calidad-huevo-reproductoras.pdf

Quimet. (30 de Enero de 2006). LA ALBUMINA DEL HUEVO. *QUIMINET.COM*, 1. Obtenido de http://www.quiminet.com/articulos/que-es-la-albumina-de-huevo-5281.htm

Ramos, A. C. (2010). EL HUEVO DE CONSUMO. *DPTO. DE PRODUCCION ANIMAL, I*(11), 23. Obtenido de http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccion-avicola/contenidos/TEMA_10._EL_HUEVO_DE_CONSUMO/Tema_11._El_huevo_de_consumo_1_parte_.pdf

Rodriguez, D. B. (1999). LA RETENCION DE LOS CAROTENOIDES PROVITAMINA A EN ALIMENTOS PREPARADOS, PROCESADOS Y ALMACENADOS. *Carotenoides y PreparaciÛn de Alimentos*. BRASIL: John Snow, Inc. Obtenido de http://www.inta.cl/latinfoods/TEXTO%20FINAL%20COMPLETO%20CON%20TAPAS%20.pdf

Uribe, M. G. (2000). ESTUDIO DE FACTORES DE CALIDAD DE HUEVOS EN PONEDORAS ISA BROWN Y SHAVER CROSS SOMETIDAS A

DIFERENTES DOSIS DE ESPARTEÍNA Y ALCALOIDES TOTALES DEL LUPINO. 10/68. VALDIVIA, CHILE: UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. Obtenido de http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2000/fvn632e/doc/fvn632e.pdf

Urrieta, I. S. (2009). UTILIZACIÓN DE NABO FORRAJERO (BRASSICA RAPA) COMO SUPLEMENTO DE OTOÑO PARA LA ENGORDA DE CORDEROS, EN LA ZONA INTERMEDIA DE AYSÉN. VALDIVIA, CHILE. Obtenido de http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/faa636u/doc/faa636u.pdf

Valarezo, J. G. (Junio de 2006). EL HUEVO. *AVIORNIS INTERNACIONAL*, 1,2. Obtenido de http://www.muticus-pina.com/subm/huevo.pdf

Valero, J. G. (2006). EL HUEVO. *AVIORNIS INTERNACIONAL*(87), 4. Obtenido de http://www.muticus-pina.com/subm/huevo.pdf

Valle, J. (Febrero de 2014). NOVEDADES EN LA NUTRICION CON MICROMINERALESEN AVICULTURA DE PUESTACON MINTREX DE NOVUS. *AGRI NEWS*, 1. Obtenido de http://agrinews.es/2014/02/18/novedades-en-la-nutricion-con-microminerales-en-avicultura-de-puesta-con-mintrex-novus/

Williams, K. C. (Septiembre de 1992). PRODUCCION DE HUEVOS. *factores que afectan la calidad del huevo*. MADRID, ESPAÑA.

9. ANEXOS

9.1.- CÁLCULOS PARA LAS UNIDADES HAUGH POR DÍAS DE ALMACENAMIENTO – SUPLEMENTO - TEMPERATURA.

Cuadro 33: Promedios generales para las UH

T1 (15 - 20 ^{0} C)			
nº	**SUPLEMENTO**	**DIA**	**UH**
1	1	3	67,17
2	1	6	47,05
3	1	9	40,94
4	1	12	28,32
5	1	15	30,06
6	2	3	69,27
7	2	6	49,56
8	2	9	41,45
9	2	12	33,86
10	2	15	31,19
11	3	3	74,90
12	3	6	49,68
13	3	9	50,50
14	3	12	44,72
15	3	15	36,78
T2 (25 - 30 ^{0} C)			
1	1	3	69,16
2	1	6	42,48
3	1	9	39,63
4	1	12	28,08
5	1	15	31,05
6	2	3	70,65
7	2	6	43,82
8	2	9	38,41
9	2	12	30,66
10	2	15	33,72
11	3	3	65,38
12	3	6	39,97
13	3	9	32,29
14	3	12	35,84
15	3	15	30,84

Cuadro 34: Test de tipo III de efectos fijos para UH

EFECTO	NUM DF	DEN DF	F-VALOR	Pr > F
Temperatura	1	431	0,42	0,5158
Suplemento	2	431	0,55	0,5756
Temperatura * Suplemento	1	431	1,22	0,2972
Día	1	431	96,36	<,0001
Día * Temperatura	1	431	0,18	0,6681
Día* Suplemento	2	431	0,44	0,6436
Día * Temp * Suplemento	2	431	0,11	0,8990
Día 2	1	431	46,49	<.0001

9.2.- CÁLCULOS PARA EL GROSOR DE CÁSCARA.

Cuadro 35: Test de tipo III de efectos fijos para Grosor de Cascara.

EFECTO	NUM DF	DEN DF	F-VALOR	Pr > F
Temperatura	1	436	12,53	0,0004
Suplemento	2	436	6,65	0,0014
Temp * Suple	2	436	2,71	0,0674
Día	1	436	2,75	0,0978
Día * Temp.	1	436	0,04	0,8451
Día* Suple.	2	436	0,60	0,5470
Día * Temp * Suple	2	436	2,02	0,1337
Día 2	1	436	2,40	0,1221

9.3.- CÁLCULOS PARA LA EVALUACIÓN DE PH

Cuadro 36: Test de tipo III de efectos fijos para pH.

EFECTO	NUM DF	DEN DF	F-VALOR	Pr > F
Temperatura	1	436	2,46	0,1177
Suplemento	2	436	3,28	0,0387
Temp * Suple	2	436	0,19	0,8238
Día	1	436	17,38	<,0001
Día * Temp.	1	436	2,45	0,1183
Día* Suple.	2	436	0,55	0,5801
Día * Temp * Suple	2	436	0,58	0,5583
Día 2	1	436	8,86	0,0031

9.4.- CÁLCULOS PARA LA PIGMENTACIÓN DE LA YEMA

Cuadro 37: Test de tipo III de efectos fijos para Pigmentación

EFECTO	NUM DF	DEN DF	F-VALOR	Pr > F
Temperatura	1	436	2,91	0,0889
Suplemento	2	436	2,51	0,0822
Temp * Suple	2	436	0,77	0,4644
Día	1	436	0,38	0,5373
Día * Temp.	1	436	3,25	0,0719
Día* Suple.	2	436	0,59	0,5544
Día * Temp * Suple	2	436	0,05	0,9487
Día 2	1	436	0,00	0,9779

9.5.- CÁLCULOS PARA LA EVALUACIÓN DE PESO

Cuadro 38: Test de tipo III de efectos fijos para Peso

EFECTO	NUM DF	DEN DF	F-VALOR	Pr > F
Temperatura	1	436	3,00	0,0842
Suplemento	2	436	7,45	0,0007
Temp * Suple	2	436	0,77	0,4646
Día	1	436	16,80	<,0001
Día * Temp.	1	436	4,27	0,0394
Día* Suple.	2	436	2,54	0,0801
Día * Temp * Suple	2	436	1,13	0,3255
Día 2	1	436	12,69	0,0004

9.6.- CÁLCULO PARA EVALUACIÓN DE ALTURA DE ALBUMINA

Cuadro 39: Test de tipo III de efectos fijos para Albumina

EFECTO	NUM DF	DEN DF	F-VALOR	Pr > F
Temperatura	1	431	0,89	0,3472
Suplemento	2	431	3,13	0,0448
Temp * Suple	2	431	2,32	0,0996
Día	1	431	150,06	<, 0001
Día * Temp.	1	431	0,07	0,7844
Día* Suple.	2	431	0,18	0,8314
Día * Temp * Suple	2	431	0,62	0,5396
Día 2	1	431	82,56	<,0001

9.7.- TABLA DE REPRESENTACIÓN GENERAL DE DATOS POR ESTADÍSTICA

Cuadro 40: Tabla de Estadística General

DATOS	VARIABLES					
	UH	PESO	ALBUMINA	PH	GROSOR CASCARA	PIGMENTACIÓN
TEMPERATURA (°C)						
15 - 20°C	46,8	68,1	3,79	8,84	0,343	11,0
25 - 30°C	42,8	67,8	3,44	8,89	0,339	10,7
SUPLEMENTO						
Col	45,3	68,5[a]	3,68[ab]	8,84[a]	0,338[b]	10,7
Lechuga	46,1	69,3[a]	3,79[a]	8,89[a]	0,342[a]	10,7
Nabo	43,0	66,1[b]	3,38[b]	8,86[ab]	0,343[a]	11,2
TIEMPO DE CONSERVACIÓN (Días)						
3	69,4	70,3	5,67	8,66	0,354	11,0
6	44,8	67,8	3,47	8,83	0,328	11,0
9	41,9	66,6	3,28	8,91	0,339	10,9
12	34,5	67,4	2,86	8,97	0,346	10,6
15	33,1	67,7	2,78	8,96	0,339	10,7
RSD	15,5	5,27	1,11	0,341	0,0546	1,02
P. VALOR						
Temperatura (°C)	0,516	0,084	0,347	0,118	<0,001	0,089
Suplemento	0,576	0,001	0,045	0,039	0,001	0,082
Tiempo de conservación (Días):						
L (Lineal)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,098	0,537
Q (Cuadrático)	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,122	0,978
T x S	0,297	0,465	0,100	0,824	0,067	0,464
D x T	0,668	0,039	0,784	0,118	0,845	0,072
D x S	0,644	0,080	0,831	0,580	0,547	0,554
D x T x S	0,899	0,326	0,540	0,558	0,134	0,949

RSD: Desviación Estándar Residual; **S:** Suplemento; **D:** Día; **T:** Temperatura

a-b: Diferencias de letras entre columnas diferencias significativas <0,05

9.8.- FIGURAS DE ACUERDO A LAS VARIABLES ESTUDIADAS

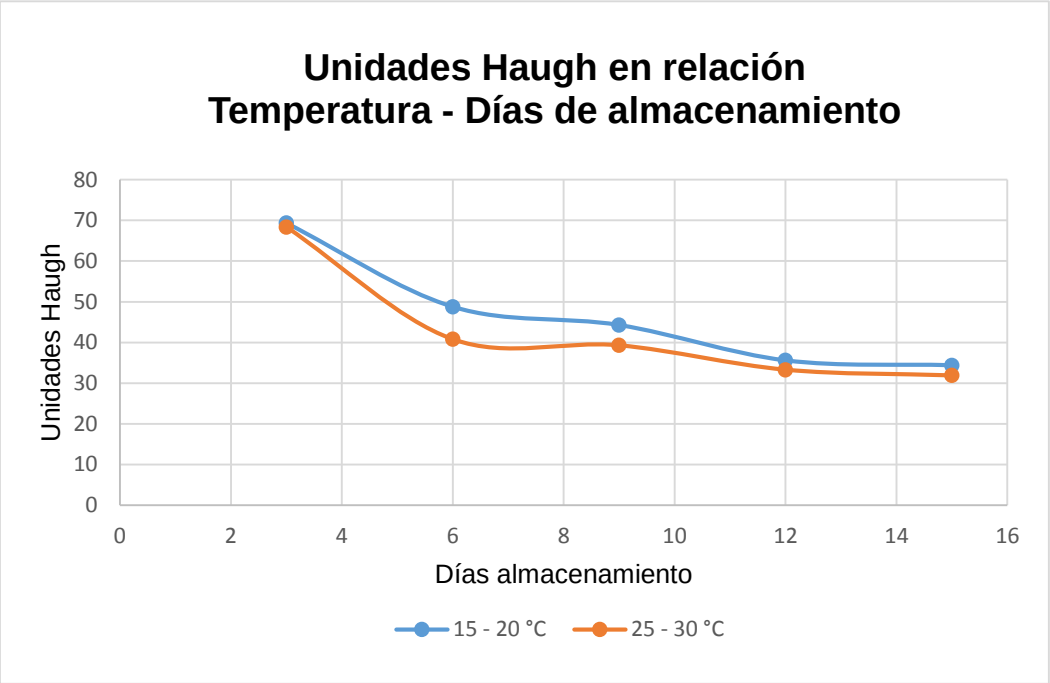


Figura 7: UH en relación Temperatura – Día

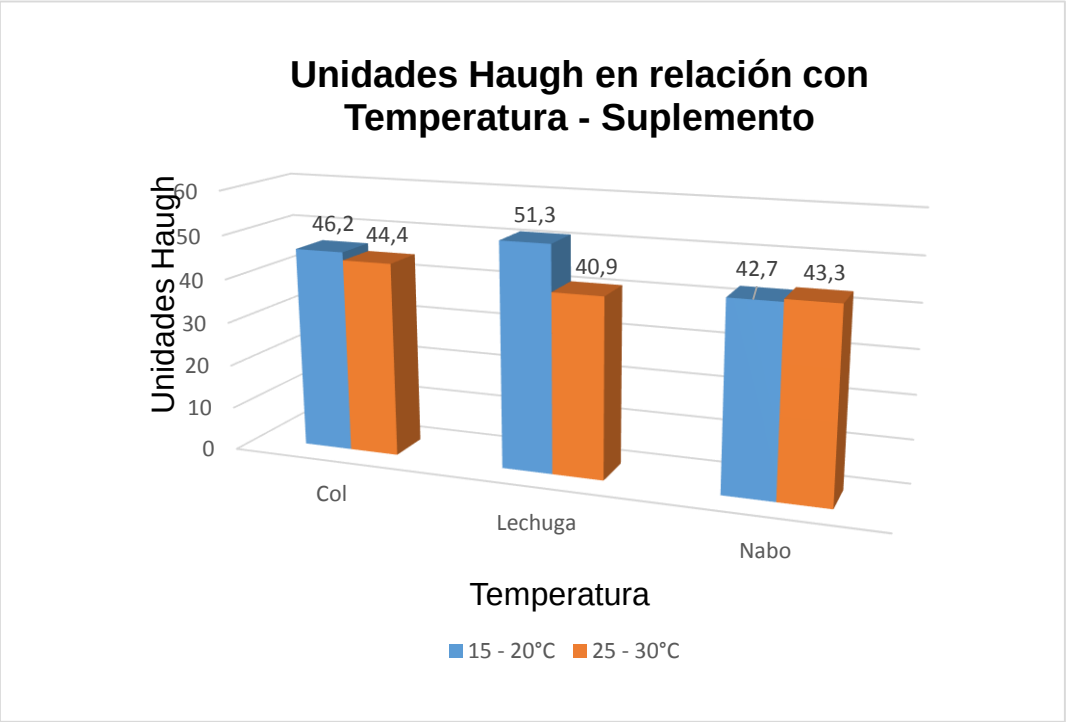


Figura 8: UH en relación Temperatura - Suplemento

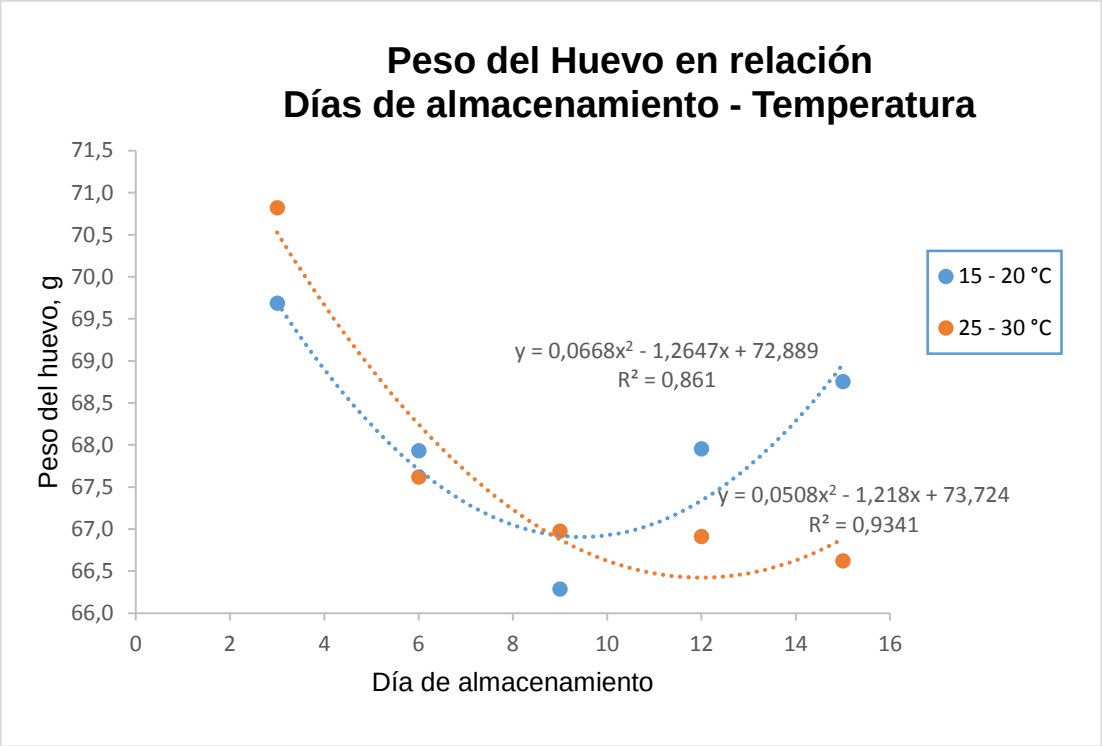


Figura 9: Peso en relación Día – Temperatura

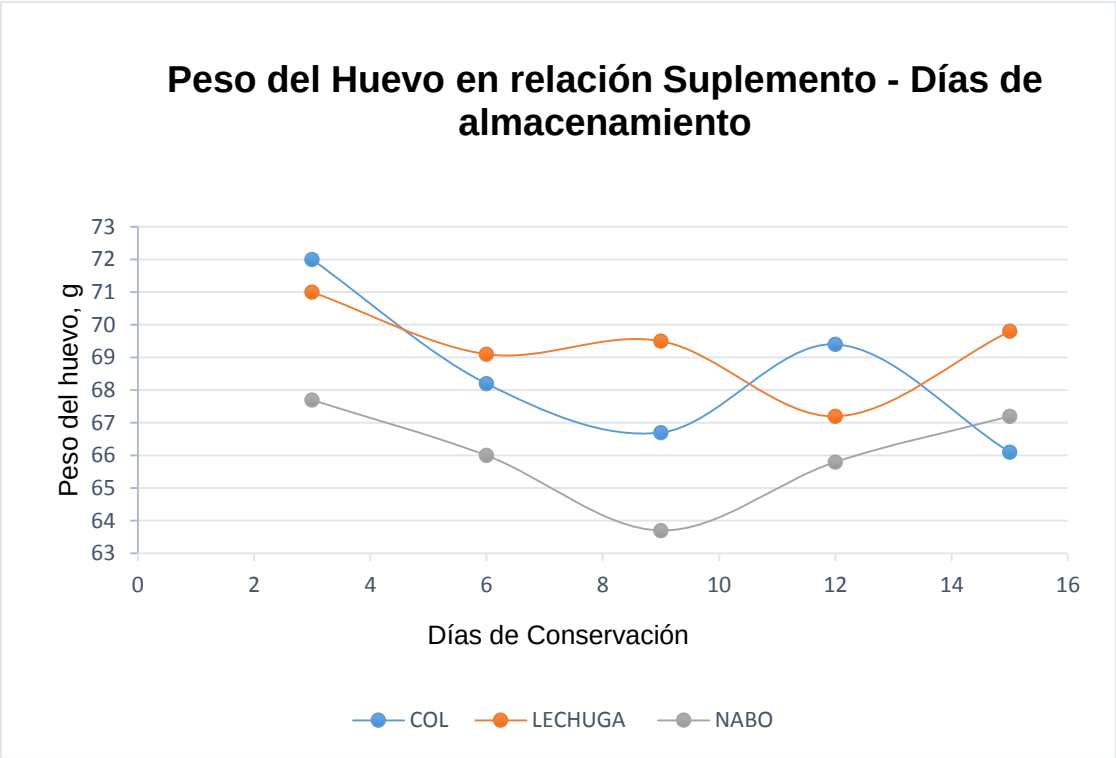


Figura 10: Peso en relación Suplemento – Día

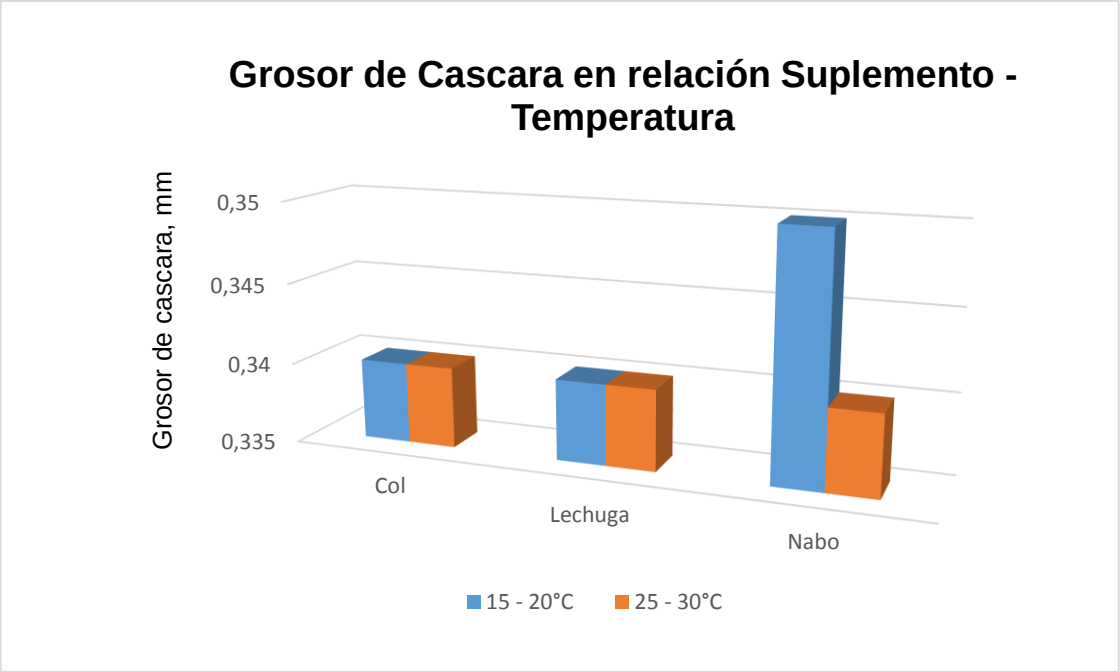


Figura 11: Grosor de Cascara en relación Suplemento - Temperatura

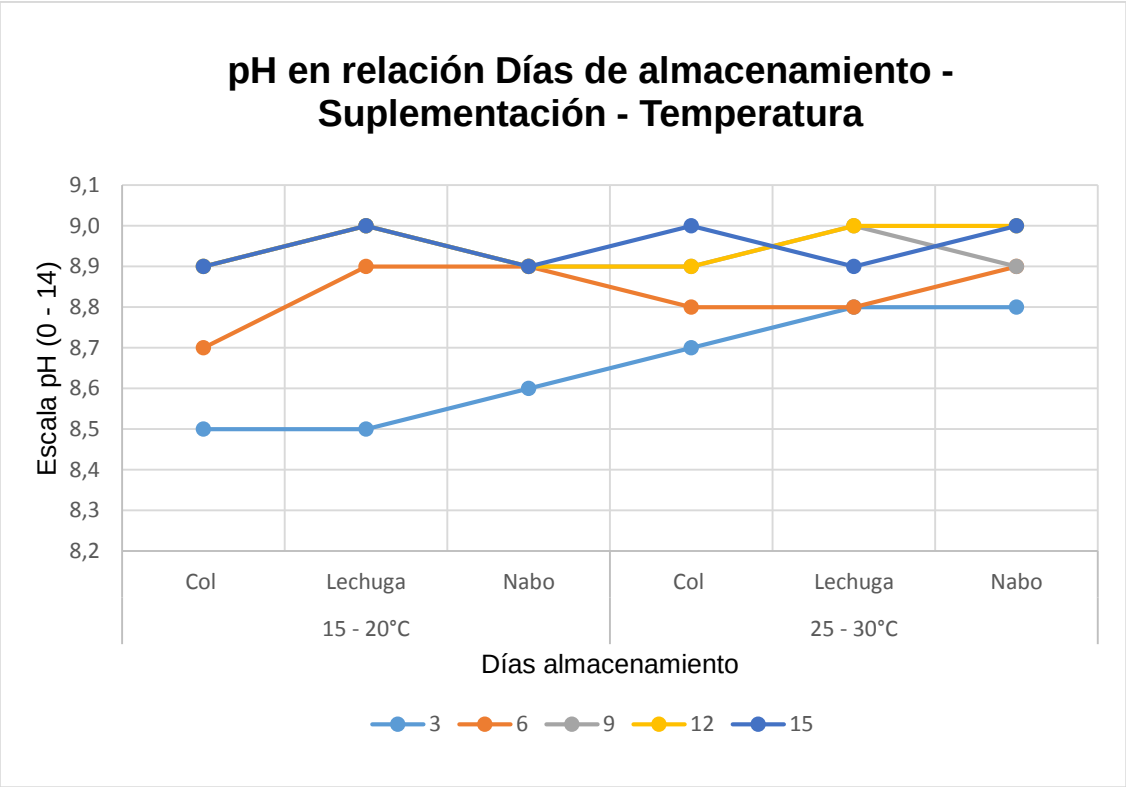


Figura 12: Ph en relación Día – Suplemento - Temperatura

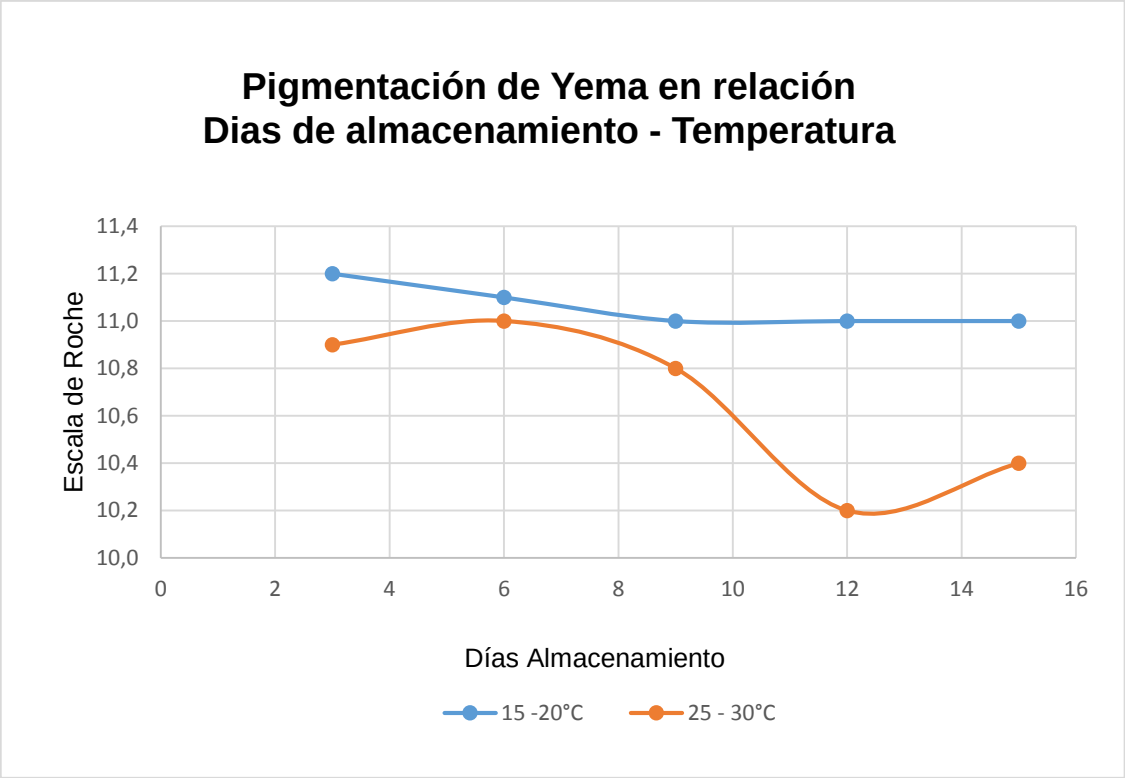


Figura 13: Pigmentación de Yema en relación Día – Temperatura

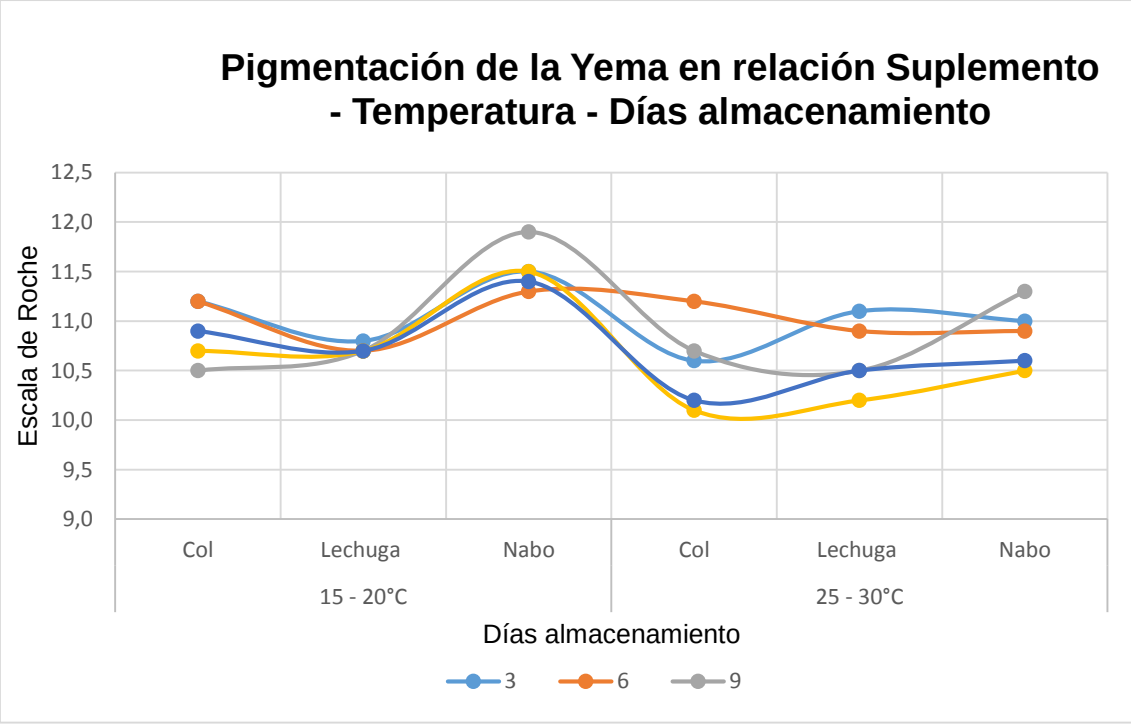


Figura 14: Pig. Yema en relación Suplemento – Temperatura – Día

9.9.- FOTOGRAFÍAS DE FASE DE CAMPO.

Figura 15: Siembra y cultivo de vegetales (col, lechuga y nabo).

Figura 16: Adecuación del galpón y formación de grupos.

Figura 17: Preparación y pesaje de muestras (col, nabo. lechuga).

Figura 18: Estufas calibradas en temperatura y humedad.

Figura 19: Codificación y almacenamiento de los huevos.

Figura 20: Materiales, Toma y registro de las muestras.

Figura 21: Pesaje individual de los huevos almacenados.

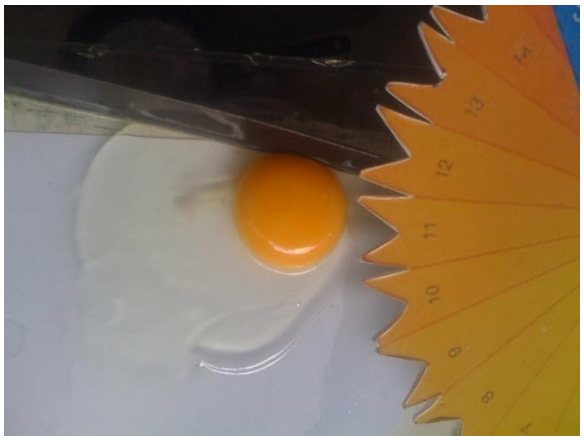


Figura 22: Medición de la pigmentación con el abanico de roche.

Figura 23: Medición del pH de la albumina con tiras reactivas.

Figura 24: Medición de altura de albumina con el Escalímetro.