



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EFFECTO DE LA CALIDAD DE HUEVOS DE GALLINAS CRIOLLAS
(*Gallus domesticus*) A DIFERENTES TIEMPOS DE CONSERVACIÓN A
TEMPERATURA AMBIENTE EN SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Aníbal Francisco De La Cruz Tigreiro.

La Libertad, 2021



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EFECTO DE LA CALIDAD DE HUEVOS DE GALLINAS CRIOLLAS
(*Gallus domesticus*) A DIFERENTES TIEMPOS DE CONSERVACIÓN A
TEMPERATURA AMBIENTE EN SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

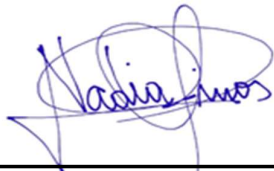
INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Aníbal Francisco De La Cruz Tigrero.

Tutor: Dra. C. Verónica Cristina Andrade Yucailla

La Libertad, 2021

TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D
DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



MVZ. Debbie Chávez García MSc
PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Verónica Andrade Yucailla; PhD.
PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Andrés Drouet Candell
PROFESOR GUÍA DE LA UIC
SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por haberme brindado la oportunidad de poder realizar mi formación profesional dándome fuerzas día a día y permitiéndome culminar esta etapa de mi vida con salud, a mis padres que han sido un pilar fundamental en mi vida quienes con su amor y apoyo incondicional a pesar de mis tropiezos han sido inspiración para forjarme como la persona que soy en la actualidad y poder llegar hasta este punto en mi vida.

A mi docente tutora Ing. Verónica Andrade quien con su guía me permitió desarrollar este tema de investigación, a todos docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias quienes con su tutela a lo largo de la carrera me permitieron formarme para convertirme en un profesional de excelencia.

A mis compañeros de aula quienes fueron soporte para poder llegar a este punto, mención especial para Fanny Naranjo, Estefany Villón y Antonio Vera quienes en momentos determinados a lo largo de la carrera me ayudaron a salir adelante demostrando una amistad incondicional.

Aníbal Francisco De La Cruz Tigrero

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación es dedicado al padre celestial, a mis padres Eloy de la Cruz y Marjorie Tigrero quienes me apoyaron en la parte moral incondicionalmente, familiares y amigos quienes diariamente me brindaron la fortaleza y gratitud para poder culminar mis estudios y este trabajo con éxito.

Aníbal Francisco De La Cruz Tigrero

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objetivo de poder evaluar el grado de afectación en los tiempos de conservación a temperatura ambiente sobre las cualidades físicas de los huevos de las gallinas criollas (*Gallus domesticus*) a diferentes tiempos (0, 5, 10, 15 y 20 días) en la parroquia José Luis Tamayo de la provincia de Santa Elena con la finalidad de establecer la índice de variabilidad real de la calidad del huevo a partir de un control físico. Para poder realizar esta investigación se estableció una población total de 300 huevos con grupos de 60 huevos por cada tratamiento. Como variables externas para esta investigación se tomaron en cuenta el alto y ancho del huevo junto al peso del mismo, mientras que como variables internas se establecieron altura y diámetro de la yema, altura de la albumina, peso y grosor de cascara. Con las variables de estudio se pudieron determinar diferentes indicadores de la calidad del huevo tales como el índice de forma, índice de cascara, índice de yema y grado de frescura a lo cual se le sumo la determinación del pH para cada tratamiento con la finalidad de evaluar la influencia del tiempo de almacenamiento sobre todos estos indicadores. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio mediante el uso del software estadístico SPSS, dando como resultados que el índice de forma presento una variación significativa ($P < 0.05$) con una media del 75.28% siendo considerada como aceptable, el índice de cascara presento una variación altamente significativa ($P < 0.01$) con una media de 11.71%, el pH de la albumina con valores de 8.72 a 9.58 y el pH de la yema con valores de 6.22 a 6.78 presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), el índice de yema presento valores de 0.41 a 0.17 con una variación altamente significativa ($P < 0.01$) debido la degradación de la calidad óptima, el grado de frescura sufrió una degradación de 89.3 a 61.28 U.H en un lapso de 20 días ubicándose por debajo del nivel de aceptabilidad establecido por lo que se puede deducir que el tiempo óptimo de conservación se debe establecer antes del día 20 del tiempo de conservación bajo las condiciones de la península de Santa Elena.

Palabras claves: Calidad del huevo, Grado de frescura, índice de yema, índice de cascara, Unidades Haugh.

ABSTRACT

This research was carried out with the objective of evaluating the degree of affectation in the time of conservation at room temperature on the physical qualities of the eggs of Creole hens (*Gallus domesticus*) at different times (0, 5, 10, 15 and 20 days) in the parish José Luis Tamayo of the province of Santa Elena in order to establish the real variability index of the egg quality from a physical control. In order to develop this research, a total population of 300 eggs was established, considering 60 eggs for each treatment. The external variables established were: egg height, width and weight, while the internal variables were yolk height and diameter, albumin height, eggshell weight and shell thickness. The study variables were used to determine different egg quality indicators such as shape index, shell index, yolk index and degree of freshness, to which was added the determination of pH for each treatment in order to evaluate the influence of storage time on all these indicators. For the statistical analysis, a completely randomized experimental design was used with the SPSS statistical software, giving as results that the shape index presented a significant variation ($P<0.05$) with a mean of 75.28% being considered as acceptable, the peel index presented a highly significant variation ($P<0.01$) with a mean of 11.71%, the pH of the albumin with values from 8.72 to 9.58 and the pH of the yolk with values from 6.22 to 6.78 presented highly significant differences ($P<0.01$), the yolk index presented a highly significant variation ($P<0.01$) with a mean of 11.71%, the pH of the albumin with values from 8.72 to 9.58 and the pH of the yolk with values from 6.22 to 6.78 presented highly significant differences ($P<0.01$). 01), the yolk index presented values from 0.41 to 0.17 with a highly significant variation ($P<0.01$) due to the degradation of the optimum quality, the degree of freshness suffered a degradation from 89.3 to 61.28 U.H in a period of 20 days, being located below the established level of acceptability, so it can be deduced that the optimum time of conservation should be established before day 20 of the conservation time under the conditions of the peninsula of Santa Elena.

Key words: Egg quality, freshness grade, yolk index, shell index, Haugh units.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized name or set of initials.

Firma digital del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Avicultura de traspatio	3
1.2 Alimentación de gallinas de traspatio.....	3
1.3 Generalidades de la gallina criolla de traspatio.....	3
1.4 Definición de huevo de gallina.....	3
1.4.1 Formación del huevo	4
1.4.2 Fases de la formación del huevo	4
1.4.3 Huevo fresco	5
1.4.4 Huevo no apto	5
1.5 Composición general del huevo de gallina	5
1.5.1 Cascara	5
1.5.2 Yema o vitelo.....	6
1.5.3 Célula germinal.....	6
1.5.4 Cámara de aire	6
1.5.5 Chalaza	6
1.5.6 Clara o albumen	7
1.6 Características físicas del huevo de gallina	7
1.7 Características químicas del huevo de gallina	8
1.8 Clasificación del huevo de gallina	9
1.9 Parámetros para determinar frescura del huevo de gallina	9
1.9.1 Peso del huevo	9
1.9.2 Índice de forma	10
1.9.3 Índice de cascara	10
1.9.4 Grosor de cascara	10
1.9.5 Color de yema	11
1.9.6 Índice de yema	11
1.9.7 pH de la clara y la yema.....	11
1.9.8 Grado de frescura.....	12
1.10 Factores ambientales que afectan la calidad del huevo luego de la puesta.....	13

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
2.1 Lugar de ensayo.....	14
2.2 Materiales.....	14
2.2.1 Materiales de campo:.....	14
2.2.2 Materiales de oficina:.....	15
2.2.3 Material biológico	15
2.3 Tipo de investigación.....	15
2.4 Metodología de la investigación	15
2.5 Diseño de la investigación	16
2.6 Variables de estudio	16
2.6.1 Variables dependientes.....	16
2.6.2 Variables independientes.....	17
2.6.3 Indicadores de calidad.....	17
2.7 Análisis estadístico.....	17
2.8 Procedimiento experimental.....	17
2.9 Metodología para la toma de datos.....	18
2.9.1 Variables externas	18
2.9.2 Variables internas.....	18
2.9.3 Parámetros de calidad.....	20
2.10 Tratamiento de los datos.....	21
CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1 Características externas del huevo.....	22
3.2 Características internas de los huevos.....	23
3.3 Análisis del color de yema, pH de la clara y yema.....	26
3.4 Indicadores de calidad del huevo	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
Conclusiones.....	31
Recomendaciones.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

ANEXOS.....36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de un huevo de 50 g	8
Tabla 2. Clasificación de los huevos según su tamaño	9
Tabla 3. Parámetros de índice de forma	10
Tabla 4. Escala colorimétrica DSM	11
Tabla 5. Clasificación de los huevos según sus UH.	12
Tabla 6. Variables externas necesarias para determinar calidad del huevo.....	22
Tabla 7. Variables internas necesarias para determinar calidad del huevo.	23
Tabla 8. Variables color de yema, pH de albumina y pH de Yema	26
Tabla 9. Índice de forma, índice de yema, índice de cascara y grado de frescura.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> estructura de un huevo de gallina	5
<i>Figura 2.</i> Ubicación del lugar de estudio.	14
<i>Figura 3.</i> Variación de la altura de la yema en función al tiempo de almacenamiento. 23	
<i>Figura 4.</i> Variación del diametro de la yema en función al tiempo de almacenamiento.	24
<i>Figura 5.</i> Variación la altura de la albumina en función al tiempo de almacenamiento.	25
<i>Figura 6.</i> Variación del grosor de la cascara en base al tiempo de almacenamiento. ...	25
<i>Figura 7.</i> Variación del pH de la albúmina y la yema en función al tiempo de almacenamiento.	26
<i>Figura 8.</i> Resultados del índice de forma obtenidos.	28
<i>Figura 9.</i> Relación entre índice de yema y tiempo de conservación.	28
<i>Figura 10.</i> Relación entre el índice de cascara y el tiempo de conservación.	29
<i>Figura 11.</i> Relación entre las unidades Haugh y el tiempo de conservación.	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A: muestras de huevos recolectados al día 0

Figura 2A: muestras de huevos recolectados al día 5

Figura 3A: muestras de huevos recolectados al día 10

Figura 4A: muestras de huevos recolectados al día 15

Figura 5A: medición del grosor de cascara

Figura 6A: medición del peso de la cascara

Figura 7A: medición del diámetro de yema

Figura 8A: medición de la altura de yema

Figura 9A: medición del pH de la albumina

Figura 10A: Capacitación para uso de base de datos

Figura 11A: Base de datos para los tratamientos

INTRODUCCIÓN

A través de los años la avicultura de traspatio indiscutiblemente representa un aporte nutricional y económico para el desarrollo de las familias en comunidades campesinas y suburbanas, siendo la producción de carne y huevos destinada mayormente para el autoconsumo lo cual contribuye de manera positiva a la seguridad alimentaria y a la sostenibilidad económica de estas familias a corto plazo (Oñate, Villafuerte and Bravo, 2020).

En la actualidad el consumo del huevo de gallina es considerada de suma importancia debido a su gran valor nutricional al ser una fuente de proteínas y vitaminas representa un aporte a la alimentación diaria de la población, pero este puede llegar a sufrir cambios físicos, químicos y microbiológicos en su constitución debido a su constitución como consecuencia al tiempo que pueda transcurrir posterior a su ovoposición y a sus condiciones de almacenamiento (Chingal, 2015). En Ecuador la avicultura ha sido una actividad que se ha desarrollado durante los últimos 30 años, esto ha sido debido a la creciente demanda de sus productos y derivados en los distintos estratos sociales de la población (González and Napoleón, 2015). En el sector avícola el tema de consumo de huevos de mesa, en 2019 fue de 226 unidades por persona al año, cifra superior en un 6% a 2018, que se situó en 213 huevos, esto debido a la gran oferta de este producto y al precio conveniente con relación a sus sustitutos (Maíz y soya, 2020).

Debido a estas condiciones, este producto ha pasado a formar parte de la dieta alimenticia de la mayor parte de ecuatorianos, esto al ser considerada la proteína de origen animal de menor precio y mayor valor nutritivo (Escobar, 2012). A pesar del aumento del consumo de este producto, el sistema de producción artesanal no suele prestar las condiciones óptimas para su explotación lo que conlleva a que la producción de huevos sea sumamente baja siendo su sistema de almacenamiento un factor determinante en la calidad de este (Acosta et al. 2018). Por lo antes mencionado, se busca identificar el efecto del tiempo de conservación en condiciones ambientales sobre los diferentes parámetros que permitan establecer la variación real de la calidad del huevo evaluada a través del control físico.

Problema Científico:

¿Cómo influye los diferentes tiempos de conservación a temperatura ambiente sobre la calidad del huevo de gallina criolla (*Gallus domesticus*) en condiciones climáticas de la provincia de Santa Elena?

Objetivo General:

Evaluar el efecto de la calidad de huevos de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) a diferentes tiempos de conservación a temperatura ambiente en condiciones de la provincia de Santa Elena.

Objetivos Específicos:

- Determinar la influencia de los diferentes tiempos de conservación a temperatura ambiente sobre la calidad física de los huevos de gallinas criollas.
- Identificar el tiempo de conservación óptimo y vida útil del huevo de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) a través de la Unidades Haugh.
- Identificar la influencia de los diferentes tiempos de conservación a temperatura ambiente de los huevos de gallinas criollas a través de la variable del pH.

Hipótesis:

Los diferentes tiempos de conservación a temperatura ambiente afectan la calidad del huevo criollo (*Gallus domesticus*) y su frescura bajo las condiciones climáticas de la provincia de Santa Elena.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Avicultura de traspatio

Rivas et al. (2016) define la avicultura de traspatio como una actividad de crianza de aves de corral no especializada el cual generalmente está a cargo de campesinos, su sistema de alimentación está basada en insumos propias del campesino, pastoreo o desperdicios de la unidad familiar, esta actividad puede ser considerada de importancia para dichas familias debido al aporte económico que estos pueden llegar a representar además de ser considerado también como un importante recurso zootécnico para el país.

1.2 Alimentación de gallinas de traspatio

La alimentación de las aves al representar alrededor de un 60% del gasto durante la producción de huevos es considerado un tema de vital importancia su manejo para una buena producción debido a que la ración alimenticia afecta puede afectar de forma directa la producción de huevos por lo que es común el uso de componentes químicos como los perseverantes, sin embargo en la crianza tradicional realizada en pollos apela más al uso de alimentos naturales tales como el maíz, sorgo, sobrantes de comida, lombrices, insectos ciertos forrajes en algunos casos (Avilés, Montero and Pomboza, 2019).

1.3 Generalidades de la gallina criolla de traspatio

Ortega et al. (2017) manifiesta que se puede considerar como gallinas criollas de traspatio a aquellas propias de la zona en la que se encuentren, que han adoptado características para su supervivencia en base al lugar en el que se crían y que pueden clasificarse como semipesados, esto debido a que su patrón de desarrollo no corresponde al de las aves de postura o a las aves de engorda.

1.4 Definición de huevo de gallina

Según Reyes (2015), el huevo es un alimento de origen animal el cual está caracterizada por su alta densidad nutritiva, relación calidad-precio y el ser un ingrediente habitual en la dieta humana, la denominación genérica del huevo es

exclusivamente del procedente de la gallina (*Gallus gallus*) por los que otras especies de aves (codorniz, perdiz, etc.) es designada indicando la especie de procedencia, por lo que al hablar de huevos, este se refiere a los huevos de gallinas con cascara sin ningún tipo de procesamiento.

1.4.1 Formación del huevo

De acuerdo con Cayambe (2018) la gallina tiene un ciclo de postura de un huevo cada 26 horas el cual se realiza comúnmente a primeras horas de la mañana, esto a su vez está sujeto a factores tales como la alimentación del ave, salud, edad o manejo sanitario de las mismas en donde las gallinas criollas inician su fase de postura a las 24-26 semanas de edad produciendo una media de 65 huevos al año siendo menor que las razas comerciales.

1.4.2 Fases de la formación del huevo

Según Cayambe (2018), el huevo se va formando de forma gradual en un lapso de 24 a 26 horas en el cual todos los componentes necesarios van siendo sintetizados y transportados hasta el lugar adecuado, estas partes son:

1. **Infundíbulo:** entrada del oviducto donde se fecunda el huevo en cual tiene forma de embudo con un tránsito del ovulo de 15 a 30 minutos.
2. **Magno:** sección alargada del oviducto con células que sintetizan proteínas cuya función es rodear la yema de varias capas de clara en un lapso de 3 horas y media.
3. **Istmo:** lugar en el cual la albumina se recubre de dos membranas testáceas las cuales formaran la cámara de aire con un tránsito de alrededor de una hora.
4. **Útero:** lugar en el cual se produce el proceso de hidratación y estructuración del albumen y formación de la cascara en un lapso de 18 a 22 horas.
5. **Vagina:** una vez formado el huevo se produce la expulsión pasando por la cloaca

1.4.3 Huevo fresco

Se definen como huevos frescos a aquellos huevos no fecundados que no hayan estado bajo ningún procesamiento de conservación exceptuando la climatización ambiental (Chingal, 2015).

1.4.4 Huevo no apto

Son denominados como no aptos aquellos que presenten alteraciones que afecten su aptitud para el consumo, que posean olor, sabor o coloración anormal. Esto puede darse por acción de bacterias u hongos; aquellos que han sufrido incubación o que posean una cámara de aire superior a 15 mm de altura y muy móvil (Chingal, 2015).

1.5 Composición general del huevo de gallina

La composición del huevo de gallina se define de acuerdo con su constitución básica: cascara, yema o vitelo y clara o albúmina.

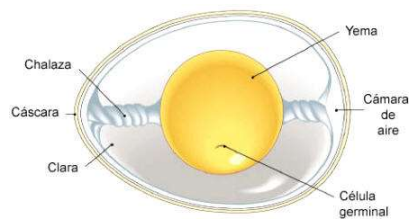


Figura 1. estructura de un huevo de gallina

1.5.1 Cascara

Se conoce como cascara a la cubierta del huevo cuya función es mantener su integridad física, esta a su vez produce hace de barrera bacteriológica, está conformada por cristales de calcita (carbonato de calcio) una matriz de fibras de naturaleza proteica que se encuentran entrelazadas entre sí. Está conformada por diversos elementos minerales tales como: calcio (98.2%), magnesio (0.9%) y fosforo (0.9%) en forma de fosfatos (Sevilla, 2015).

1.5.2 Yema o vitelo

La yema o vitelo es una emulsión de grasa en agua con aproximadamente un 50% de extracto seco, es de forma esférica, conformada por un disco germinal que se encuentra rodeada por la membrana vitelina de naturaleza proteica y que está compuesta principalmente por lípidos representado dos tercios de este, una tercera parte proteica y otros componentes minoritarios (Chingal, 2015). La yema posee un color que puede variar desde amarillo claro a un naranja rojizo; esta característica se atribuye a los carotenoides que contiene, los cuales pueden variar en dependencia de la alimentación del ave y sus normas de calidad están basadas en su tamaño y forma siendo clasificadas como ligeramente agrandada y aplanada aquellas yemas cuyas membranas y tejidos se han debilitado provocando un leve agrandamiento y aplanamiento consideradas como de calidad B y aquellas que se consideran como agrandada y aplanada aquellas yemas que han absorbido la humedad de la clara expandiendo el volumen del mismo (Sevilla, 2015).

1.5.3 Célula germinal

Se la identifica como una depresión que se ubica en la superficie de la yema, su dimensión y desarrollo se lo relaciona con huevos fertilizados y el desarrollo del embrión dentro del mismo (Chingal, 2015).

1.5.4 Cámara de aire

Cayambe (2018) define la cámara de aire como un pequeño espacio entre la cascara y la clara, esta es relativamente pequeña al momento de ser puesto e huevo (3 mm) y el cual aumenta a medida que pase el tiempo por lo cual su medición también puede llegar a ser usado como medio para determinar la frescura la frescura de un huevo.

1.5.5 Chalaza

Se denomina chalazas a las formaciones transparente-blanquecina que se encuentran ubicados en los ejes longitudinales del huevo cuya función es fijar la yema al centro del huevo, estas se forman en el útero debido a la torsión de las fibras de mucina secretadas por en magnum (Chingal, 2015).

1.5.6 Clara o albumen

La clara es un fluido acuoso color blanquecino opalescente, está compuesta por capas de diferente viscosidad: una zona externa denominada albúmina fina exterior, una zona gruesa y densa denominada albúmina gruesa interior y finalmente una zona interna, delgada y fluida además de unas estructuras filamentosas denominadas chalazas, estas son dos condensaciones de la clara con aspecto trenzado, los cuales cumplen con la función de mantener la posición central de la yema (Sevillano, Barroeta and Narro 2016).

Según Chingal (2015) la albumina puede usarse para determinar ciertas normas de calidad en base a las características que presente la misma, estas pueden ser:

- **Transparente:** la albumina no presenta coloración indebida, manchas, cúmulos de sangre o cuerpos extraños en ella.
- **Firme:** la albumina presenta una clara densa y viscosa, al colocar el huevo al ovoscópio no se debe notar el contorno de la yema, suele tener valores superiores a 72 UH.
- **Razonablemente firme:** se considera razonablemente firme cuando se gira el huevo y la yema se aproxima a la cascara. Generalmente presenta valores de 60 a 72 UH.
- **Ligeramente débil:** se considera ligeramente débil cuando carece de densidad o viscosidad, la yema aparece de forma definida al hacer girar el huevo al momento de examinarlo, suele presentar valores de 31 a 60 UH.
- **Débil y aguada:** la albumina llega a un punto en el que pierde su fluidez y viscosidad lo cual permite a la yema acercarse mucho a la cascara haciendo su contorno claramente visible al ovoscópio, generalmente presenta valores inferiores a 31 UH.

1.6 Características físicas del huevo de gallina

El huevo puede presentar ciertas características que los pueden diferenciar unos de otros, estas pueden ser en dependencia de su forma, tamaño, color u otros factores que pueden ser tales como el calor extremo lo cual tiende a disminuir el tamaño del huevo

(Damerow, 2011). Sobre el color del huevo, estos pueden estar relacionados a procesos hereditarios o alimenticios los cuales en dependencia a determinadas dietas darán cierta variedad de color artificial y brillantez a la cascara del huevo (Chingal, 2015).

1.7 Características químicas del huevo de gallina

De la Tabla 1 se deduce que el huevo se caracteriza por contener una proteína con un perfil de aminoácidos adecuados para las necesidades del organismo. Además de poseer una alta proporción de ácidos grasos insaturados contiene una notable cantidad de minerales esenciales de forma concentrada posee todas las vitaminas a excepción de la vitamina C (Sayar, 2016).

Tabla 1. Composición nutricional de un huevo de 50 g

NUTRIENTE	CLARA	YEMA
Agua (g)	29.32	8.11
Kcalorías	16.71	59.43
Proteínas (g)	3.51	2.87
Vitaminas		
A (UI)	-----	322.81
D (UI)	-----	24.5
E (mg)	-----	0.52
B1 Tiamina (mg)	0.01	0.02
B2 Riboflavina (mg)	0.15	0.11
B3 Niacina (mg)	0.03	0.01
B5 Ac. Pantot. (mg)	0.04	0.63
B6 Piridoxina (mg)	0.01	0.06
B9 Folato (mcg)	1.00	24.23
B12 (mcg)	0.06	0.51
Biotina (mcg)	2.34	7.58
Colina (mg)	0.42	215.97
Minerales		
Calcio (mg)	2.00	22.74
Hierro (mg)	0.01	0.58
Magnesio (mg)	3.67	1.49
Fósforo (mg)	4.34	81
Potasio (mg)	47.76	15.61
Selenio (mcg)	5.88	7.51
Sonio (mg)	54.77	7.13
Zinc (mg)	0.01	0.51

Fuente: Sevillano, Barroeta and Narro (2016).

1.8 Clasificación del huevo de gallina

Existen criterios de clasificación del huevo de gallina el cual está ligada a su calidad peso, tamaño y otros factores, además un factor que no es determinante pero que se toma en cuenta es su color: blanco y de color (pardo o moreno). Estos parámetros se dividen generalmente en dos grupos: externos e internos (Camacho et al. 2019). Los factores exteriores que se toman en cuenta son su forma, color, textura y solidez del cascaron, mientras que la calidad interior del huevo toma en cuenta la cámara de aire, estado de la yema y estado de la clara (Sevillano, Barroeta and Narro 2016).

1.9 Parámetros para determinar frescura del huevo de gallina

En la actualidad se han desarrollado diversos métodos para poder evaluar la frescura del huevo, dichos métodos se basan en cambios de las propiedades físicas o químicas ocurridas en la albumina, dichos cambios están estrechamente ligados en función del tiempo y condiciones ambientales (Chingal, 2015).

1.9.1 Peso del huevo

El peso del huevo es una característica que está estrechamente ligada a la edad, raza y alimentación de la gallina. A mayor edad de la gallina el peso del huevo va a aumentar, esto debido al aumento del tamaño de la yema; en la industria avícola ecuatoriana, dicha medida está regulada por la norma INEN 1973 el cual justifica su clasificación en base al peso promedio necesario para mantener una dieta diaria normal (Chingal, 2015). Los huevos se clasifican partiendo de su masa unitaria desde inicial hasta supergigante como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de los huevos según su tamaño

Tipo (Tamaño)	Masa unitaria (g)		Masa por docena (g)		Masa por 30 huevos (g)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Supergigante	76	----	912	----	2280	----
Gigante	70	76	840	912	2100	2280
Extragrande	64	70	768	840	1920	2100
Grande	58	64	696	768	1740	1920
Mediano	50	58	600	969	1500	1740
Pequeño	46	50	552	600	1380	1500

Fuente: Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 1973: 2013) (2013)

1.9.2 Índice de forma

Cayambe (2018) manifiesta que el índice de forma está estrechamente relacionado con el ancho y largo del huevo lo cual a su vez está relacionado al índice de rotura el cual manifiesta la probabilidad de que un huevo sufra daños mecánicos expresado en porcentaje (huevos largos son más expuestos a daños mecánicos), por lo general al inicio de la puesta de las aves el huevo tiende a ser más redondo siendo que tiende a alargarse a medida que avanza la puesta debido a la tensión muscular de la glándula calcárea. Esto permite determinar de forma indirecta la calidad del huevo los cuales pueden ser clasificados como redondos, normales y alargados, lo cual influye en su clasificación y posterior envasado tal y como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros de índice de forma

Parámetros de índice de forma	
100	Redondos
70	Normales
<60	Alargados

Fuente: Cayambe (2018)

1.9.3 Índice de cascara

Índice usado para determinar dureza y permeabilidad del huevo, está relacionado a la cantidad de carbonato de calcio (CaCO_3) presentes en la cascara siendo entre 10 y 12% considerado como aceptable (Cayambe, 2018).

1.9.4 Grosor de cascara

La cascara también es considerada como un complejo proteo-cerámica cuyas propiedades funcionales pueden estar relacionadas al espesor de la misma siendo las cascara más resistentes aquellas capaces de soportar mayores impactos. El grosor de la cascara puede estar entre los 0.28 y 0.39 mm, en casos de cascara delgadas consideradas menores a 0.35 mm pueden representar un factor de baja calidad debido a que se encuentran sujetos a evaporación, pérdidas de peso o ingreso de patógenos (Cayambe, 2018).

1.9.5 Color de yema

El color de la yema está influenciado por la presencia de carotenos, xantofilas y otros pigmentos los cuales van a encontrarse en dependencia de la alimentación dada a las gallinas o la edad de las gallinas (Cayambe, 2018). Este parámetro se puede medir mediante el uso de un abanico colorimétrico con una escala de < 7 a 15 como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Escala colorimétrica DSM

Unidades de color	Denominación
15	Naranja - rojizo
11	Naranja
9	Amarillo
<7	Amarillo - pálido

Fuente: Cayambe (2018)

1.9.6 Índice de yema

Índice relacionado a la forma de la yema, calidad y frescura del huevo siendo una yema compacta sinónimo de frescura del huevo, el índice de yema es la relación que existe entre la altura máxima y el diámetro de la misma en donde el deterioro del mismo está estrechamente ligado al tiempo de conservación y factores ambientales (Cayambe, 2018).

1.9.7 pH de la clara y la yema

Según Chingal (2015), el valor del pH puede variar en función del tiempo de almacenamiento con valores de 9.02 a 9.71, pudiendo estar sujetos a variaciones por temperatura de almacenamiento o edad de las gallinas. Cuando el huevo esta recién puesto tiene un pH de alrededor de 7.6 el cual puede alcanzar valores de 9 a 9.5 tras unos días de almacenamiento, esto se debe a la alteración de las propiedades físicas de la capa externa de la membrana vitelina aumentando su permeabilidad lo cual aumenta el paso del calcio y el magnesio a la yema y el paso del hierro y aminoácidos libres hacia la albumina, con la perdida de magnesio por parte del albumen aumenta el pH lo cual a su vez aumenta la permeabilidad de la membrana vitelina.

1.9.8 Grado de frescura

Para determinar el grado de frescura del huevo se realiza un cálculo basado en las propiedades de la albumina correspondiente a la medición de la altura de la albumina de un huevo depositado sobre una superficie lisa y su peso en gramos, se representa como Unidades Haugh (UH) y está representada como (Cayambe, 2018):

$$UH = 100\log_{10} (h + 7.57 - 1.7p^{0.37})$$

Donde:

- UH= Unidades Haugh
- h= Altura de la albumina
- p= Peso del huevo en gramos

Es necesario tomar en cuenta factores ambientales al momento de realizar la medición debido a que las UH presentan un declive con el logaritmo de tiempo transcurrido posterior al cascado del huevo, esto se produce porque al momento de realizar la medición la temperatura interna del huevo se encuentra entre los 7 y 15 °C por lo que cada 10 °C más de temperatura ambiente se reduce 1.15 UH (Chingal, 2015).

A medida que el tiempo de almacenamiento aumenta se puede apreciar una disminución en el grado de frescura expresada en unidades Haugh tal y como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Clasificación de los huevos según sus UH.

Unidades Haugh	Descripción cualitativa
100	Excelente
90	Excelente
80	Muy bueno
70	Aceptable
65	Marginal
60	Resistencia del consumidor
55	Pobre
<50	Inaceptable

Fuente: Cayambe (2018)

1.10 Factores ambientales que afectan la calidad del huevo luego de la puesta

Existen varios factores que pueden disminuir la calidad del huevo afectando la calidad de la albumina, estos factores están asociados a las edades de las aves, factores ambientales al momento del almacenaje tales como la temperatura o la humedad, a pesar de que la edad de las aves es un factor que influye en la calidad de los huevos, está por sí sola no puede alcanzar el nivel de resistencia del consumidor (60 Unidades Haugh), sin embargo la edad puede llegar a ser un factor fundamental para el deterioro de la albumina si se adicionan factores ambientales durante un periodo prolongado de almacenado siendo el aumento de la temperatura ambiental una condición que puede acelerar el deterioro de la albumina (Chingal, 2015).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ensayo

La presente investigación se realizó en la provincia de Santa Elena, en la parroquia José Luis Tamayo perteneciente al cantón Salinas. Geográficamente este se localiza en las coordenadas UTM: X (Este) 507 983.02 Y (Norte) 9 753 210.97, una altitud promedio de 10 msnm en la zona urbana pudiendo llegar hasta los 800 msnm en zonas como la cordillera Chongón Colonche (Koupermann, 2014). Posee una temperatura que puede variar de 23 a 30 °C en la época cálida mientras que a partir de mayo hasta diciembre suele presentar temperaturas de hasta 22 °C, precipitaciones de hasta 606.7 mm anuales siendo de febrero a abril los meses en los que se registran mayores precipitaciones (Portilla, 2018).



Figura 2. Ubicación del lugar de estudio.

2.2 Materiales

2.2.1 *Materiales de campo:*

- 80 gallinas criollas de 2.1 kg.
- Comederos
- Alimento convencional (maíz + residuos de cocina+ biomasa vegetal)
- Cámara fotográfica Samsung HD (25 mega píxeles)

- Cubetas de recolección

2.2.2 *Materiales de oficina:*

- Registros de producción.
- Calibrador – Pie de rey
- Micrómetro
- Balanza electrónica CAMRY EK5055
- Medidor de pH electrónico
- Calculadora Casio fx-350 MS
- Laptop LENOVO e Impresora
- Libreta de campo

2.2.3 *Material biológico*

Se empleó una muestra de 300 huevos de gallinas criollas de traspatios de la península de Santa Elena.

2.3 Tipo de investigación

La modalidad de investigación empleada se basó en la analítica, bibliográfica y experimental a la cual se aplicó un diseño experimental basado en variables dependientes e independientes con el propósito de identificar la relación entre estas con el objetivo de poder deducir la relación entre los días de conservación y la calidad de los huevos de gallinas criollas de traspatios de Santa Elena.

2.4 Metodología de la investigación

De acuerdo a la hipótesis planteada y los objetivos establecidos el método de investigación que se planteo fue explicativo cuasi-experimental, debido a que el objetivo está centrado en explicar un fenómeno bajo determinadas condiciones.

El método consistió en establecer condiciones basadas en un plan previo con la finalidad de analizar las relaciones causa-efecto exponiendo a ciertos grupos experimentales a la acción de una determinada variable para posteriormente comparar resultados con un mismo u otros grupos de comparación. La metodología presento

como característica principal el poder controlar de manera rigurosa las condiciones en las que se desarrolla y manipulan las variables dependientes lo cual permite determinar el grado de influencia de las variables independiente sobre las variables dependientes y como afectan los resultados (Bermeo, 2011).

2.5 Diseño de la investigación

Se usó un diseño experimental completamente aleatorio (DCA) cuyos tratamientos estuvieron basados en los tiempos de conservación a 0, 5, 10, 15 y 20 días. El modelo estadístico se basó en el análisis de la varianza según el modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} : variables a analizar
- μ : Constante a todas las observaciones
- T_i : Efecto de i-ésimo tratamientos
- e_{ij} : error aleatorio normalmente distribuidos

2.6 Variables de estudio

2.6.1 Variables dependientes

Variables externas

- Peso del huevo
- Altura del huevo
- Anchura del huevo

Variables Internas

- Grosor de Cascara
- Color de yema
- Altura de yema
- Diámetro de yema

- Altura de albumina
- pH clara
- pH de yema

2.6.2 Variables independientes

Tiempo de conservación (0, 5, 10, 15, 20 días)

2.6.3 Indicadores de calidad

- Índice de forma
- Índice de cascara
- Índice de yema
- Grado de frescura

2.7 Análisis estadístico

Los datos recolectados fueron tabulados en Excel para posteriormente ser analizados mediante el software estadístico IBM SPSS versión 2020 mediante el cual se realizó el respectivo análisis de varianza, comparación de medidas, desviación estándar y prueba de Tukey a significancia estadística ($p < 0.05$).

2.8 Procedimiento experimental

Los huevos fueron recolectados de 80 gallinas criollas con fenotipos comunes en la península de Santa Elena y un peso promedio de 2.1 kg, los cuales se encontraban distribuidas en 20 cuarterones de 500 m², alimentados a base de maíz, residuos de cocina y biomasa vegetal en un sistema de producción extensivo y con un periodo de producción estable.

El procedimiento de campo consistió en recolectar los huevos de todas las gallinas para una selección aleatoria de 60 huevos para cada grupo de estudio según el diseño de estudio, los grupos fueron conservados por 0, 5, 10, 15 y 20 días a temperatura ambiente. Cada grupo de estudio fue sometido a su respectiva toma de datos basado en la metodología establecida.

2.9 Metodología para la toma de datos

2.9.1 Variables externas

- **Peso del huevo**

Para obtener el peso del huevo se usó una balanza analítica con capacidad para expresar los resultados en gramos. La toma de medida se realizó por la mañana.

- **Altura del huevo**

Para poder calcular la altura del huevo fue necesario el uso de un calibrador o pie de rey, mediante el cual se midió de polo a polo el huevo con unidades expresadas en milímetros.

- **Anchura del huevo**

El ancho del huevo se calculó usando un calibrador o pie de rey midiendo a la altura del ecuador del huevo con unidades expresadas en milímetros.

2.9.2 Variables internas

Para poder realizar las respectivas estimaciones de las variables internas del huevo fue necesario cascarlo para posteriormente colocarlo cuidadosamente sobre una superficie plana y liza, sin lesionar la clara y la yema para poder realizar los siguientes procedimientos.

- **Grosor de Cascara**

Para poder determinar el grosor de cascara se usó un micrómetro para determinar el grosor de un huevo cascado a la altura de la zona ecuatorial. Esto se realizó con el fin de poder determinar la calidad de la cascara.

- **Peso de cascara**

El peso de la cascara se obtuvo pesando la cascara del huevo limpio sin su contenido en una balanza analítica con unidades expresadas en gramos.

- **Color de yema**

La estimación se realizó mediante la comparación de la yema de huevo usando un abanico colorimétrico de yema DSM con un rango de 15 colores comprendidos entre amarillo claro y naranja-rojizo.

- **Altura de yema**

La estimación de la altura de yema se realizó usando un micrómetro y midiendo la altura de la clara densa en un punto de medida cercana a la yema expresada en milímetros.

- **Diámetro de yema**

Para poder calcular el diámetro de la yema se midió usando un pie de rey de extremo a extremo de la yema en unidades de milímetros.

- **Altura de albumina**

Para poder estimar la altura se realizó usando un micrómetro y midiendo la altura de la clara densa en un punto de medida cercana a la yema en milímetros.

- **pH de albumina**

El pH de la albumina se obtuvo mediante el uso de un medidor electrónico de pH al ser introducido cuidadosamente en la albumina sin lesionarla durante un periodo de tiempo de 3 a 5 segundos.

- **pH de yema**

El pH de la yema se obtuvo mediante el uso de un medidor electrónico de pH el mismo que fue introducido cuidadosamente en la yema de un huevo durante un tiempo determinado sin tener que lesionarlo.

2.9.3 *Parámetros de calidad*

- **Índice de forma**

El índice de forma se pudo estimar a partir del cálculo del alto y ancho del huevo aplicando la siguiente formula:

$$\text{Índice de forma} = \text{ancho} / \text{largo} * 100$$

- **Índice de cascara**

El índice de cascara se estimó a partir del cálculo del peso del huevo y la cascara aplicando la siguiente formula:

$$\text{Índice de cascara} = \text{peso de cascara} / \text{peso del huevo} * 100$$

- **Índice de yema**

El índice de yema se obtuvo a partir de la medición de la altura y anchura de la yema. Con los datos obtenidos se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Índice de yema} = \text{altura de yema} / \text{Diámetro de yema}$$

- **Grado de frescura**

Para poder determinar la calidad proteica del huevo basado en su el grado de frescura fue necesario pesar el huevo entero y medir la altura de la albumina para poder aplicar la siguiente formula:

$$UH = 100 \log_{10} (h + 7.57 - 1.7p^{0.37})$$

Donde:

- UH= Unidades Haugh
- h= Altura de la albumina
- p= Peso del huevo en gramos

2.10 Tratamiento de los datos

Para poder procesar los datos se diseñó una base de datos en Excel en donde se tuvieron en cuenta las variables a estudiarse, el número de tratamientos, número de repeticiones y su relación con las variables de tiempo usadas para el desarrollo de la investigación.

CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Características externas del huevo.

Tabla 6. Variables externas necesarias para determinar calidad del huevo.

Variables	Tratamientos (Días de conservación)					Medias	E.E.	P-valor
	0	5	10	15	20			
Peso(g)	46.86 a	45.31 a	49.41 a	49.16 a	48.41 a	47.96	1.793	0.158
Ancho del huevo (mm)	40.24 ab	38.61 a	41.36 b	40.99 b	40.00 b	40.53	0.588	0.000
Alto del huevo (mm)	54.13 ab	52.04 a	54.08 ab	54.09 ab	54.53 b	53.87	0.814	0.046

E.E: Error estándar

P-valor: Nivel de significancia

Letras diferentes indican rangos según Tukey al 5%

La Tabla 6 muestra la media de los valores del peso de los huevos correspondiente a cada periodo de conservación reportando resultados con un promedio total de 47.96 g los cuales no presentaron diferencia significativa ($P>0.05$) entre ellos, estos resultados son inferiores a los reportados por González (2016) quien obtuvo pesos promedios de 55.23 g, sin embargo estos resultados tampoco mostraron diferencias significativas por lo que se puede interpretar que el tiempo de conservación no influye de manera significativa en el peso de los huevos.

La Tabla 6 nos muestra también las variables del alto y ancho del huevo los cuales presentaron diferencia significativa ($P<0.05$) y altamente significativa ($P<0.01$) respectivamente, esto no está necesariamente ligado al tiempo de almacenamiento, existen otros factores que pueden influenciar en el ancho o el alto del huevo tales como la edad o la raza de las aves; en este sentido Cayambe (2018) manifiesta que por lo general al inicio de la postura de las aves el huevo tiende a ser más redondo y tiende a alargarse a medida que avanza la puesta debido a la tensión muscular de la glándula calcárea pudiendo existir casos en los que el huevo puede tener una forma alargada.

3.2 Características internas de los huevos.

Tabla 7. Variables internas necesarias para determinar calidad del huevo.

Variables	Tratamientos (Días de conservación)					Medias	E.E.	P-valor
	0	5	10	15	20			
Altura de yema (mm)	16.43 a	14.36 b	13.06 c	12.07 d	7.79 e	12.60	0.141	0.000
Diámetro de yema (mm)	39.83 a	44.27 b	49.00 c	51.19 d	55.57 e	47.97	0.740	0.000
Altura de albumina (mm)	6.76 a	4.64 b	4.31 c	3.54 d	3.09 e	4.43	0.107	0.000
Grosor de cascara (mm)	0.48 ab	0.49 ab	0.48 ab	0.5 b	0.44 a	0.48	0.020	0.021
Peso de cascara (g)	5.79 a	5.46 a	5.67 a	5.6 a	5.46 a	5.60	0.200	0.414

E.E: Error estándar

P-valor: Nivel de significancia

Letras diferentes indican rangos según Tukey al 5%

La Tabla 7 nos indica que existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre tratamientos para la variable de altura de la yema los cuales presentan valores medios de 16.43 mm a los 0 días de almacenamiento hasta 7.79 mm a los 20 días de almacenamiento con una pérdida estimada de 8.64 mm entre ambos tratamientos siendo el periodo comprendido entre los días 15 y 20 en donde se puede apreciar una mayor curva de degradación tal y como se muestra en la Figura 3, lo cual difiere de los resultados obtenidos por Ramírez et al. (2016) quienes obtuvieron alturas de 20.63 a 14.7 mm de 0 a 20 días respectivamente con una pérdida estimada de 5.93 mm pero que a su vez también mostraron diferencias significativas para $P < 0.05$. González (2016) manifiesta que la altura de la yema en huevos frescos está ligada a la edad de la gallina mientras que Oñate et al. (2020) vincula esta característica a la dieta de las aves.

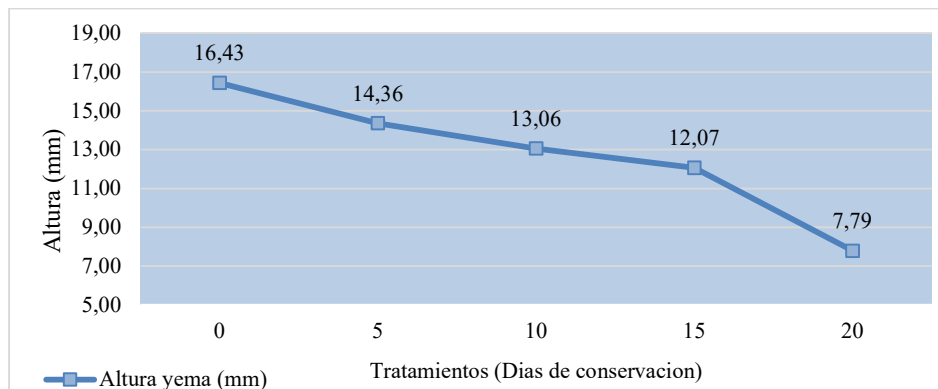


Figura 3. Variación de la altura de la yema en función al tiempo de almacenamiento.

El diámetro de la yema presentó una relación inversa a la altura del mismo por lo que se obtuvo una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre tratamientos con valores de 39.83 mm a los 0 días hasta 55.57 mm a los 20 días de almacenamiento (Tabla 7) con un aumento estimado de 15.74 mm, mostrando un aumento constante tal y como se muestra en la Figura 4, esto difiere de los resultados obtenidos por Ramírez et al. (2016) quienes obtuvieron valores de 39.38 mm a 45 mm de 0 a 20 días de almacenamiento con una variación de 5.62 mm. Según Chingal (2015) dichos valores varían en función del tiempo de almacenamiento debido a la degradación proteica que sufre a partir de la puesta del huevo.

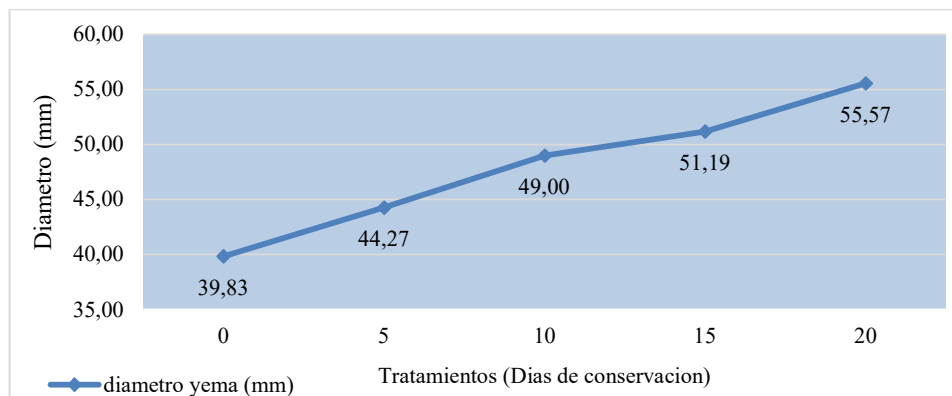


Figura 4. Variación del diámetro de la yema en función al tiempo de almacenamiento.

La Tabla 7 nos muestra también los valores obtenidos para la altura de la albumina en los diferentes tratamientos mostrando una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) con valores de 6.76 mm del día 0 a 3.09 mm a los 20 días de almacenamiento con una disminución total de 3.67, mientras que la Figura 5 nos indica que la altura de la albumina tuvo una mayor disminución durante los primeros 5 días para posteriormente presentar una degradación menos pronunciada en los días posteriores, esto difiere de los resultados encontrados por Ramírez et al. (2016) los cuales obtuvieron valores de 9.42 a 5.46 mm respectivamente con una diferencia máxima de 3.96 y un menor pico de degradación. Según González (2016), las condiciones climáticas influyen en la altura de la albumina afectando su viscosidad debido al calor del medio provocando la evaporación de la albumina el cual se pierde a través de los poros de la cascara.

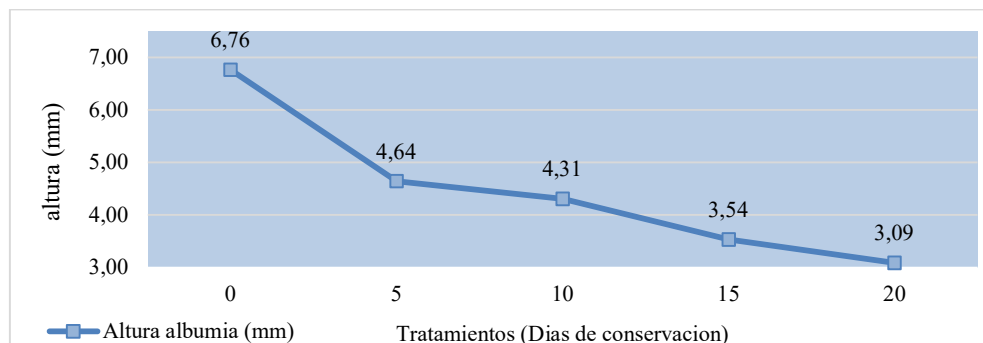


Figura 5. Variación la altura de la albumina en función al tiempo de almacenamiento.

Cayambe (2018) en su investigación realizada con gallinas criollas reporto un grosor de cascara de 0.32 a 0.28 mm en 20 días, difiriendo con los resultados obtenidos en esta investigación (tabla 7) que presentaron un grosor de cascara de 0.48 a 0.44 mm lo cual representa una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los huevos almacenados de 0 a 15 días en los que se pueden observar valores proximales entre si y los huevos almacenados durante 20 días en donde ya se puede observar una degradación del grosor (Figura 6). Esto puede estar ligado al sistema de alimentación de las aves, en donde las dietas pueden tener diferencias en sus concentraciones de calcio y fosforo, minerales esenciales para formar la estructura de la cascara (Sevilla, 2015).

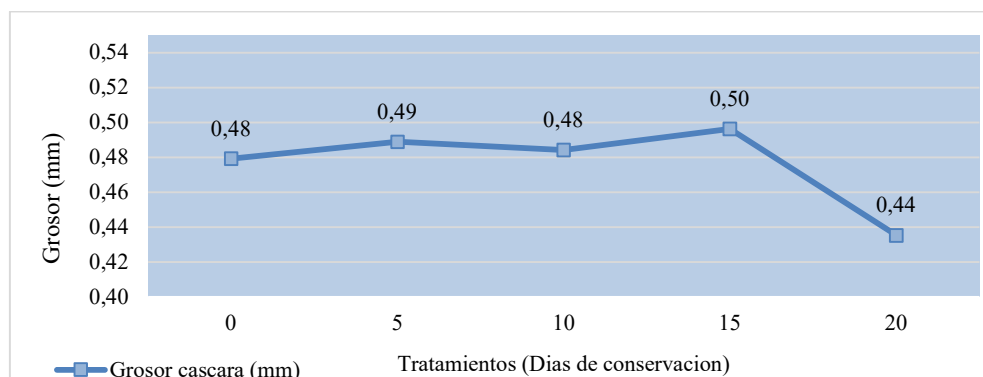


Figura 6. Variación del grosor de la cascara en base al tiempo de almacenamiento.

La tabla 7 nos indica que los valores del peso de la cascara no presentaron varianza significativa ($P > 0.05$) con relación a su tiempo de almacenamiento con valores bastante similares a los 5.6 g lo cual difiere de los resultados obtenidos por Oñate et al. (2020) quien presento una media del peso del cascara de 4.8 g pero que tampoco presentaron varianza significativa.

3.3 Análisis del color de yema, pH de la clara y yema

Tabla 8. Variables color de yema, pH de albumina y pH de Yema

Variables	Tratamientos (Días de conservación)					Medias	E.E.	P-valor
	0	5	10	15	20			
Color Yema	13.52 a	13.37 a	12.78 b	12.19 c	11.88 c	12.70	0.152	0.000
pH Albumina	8.72 a	9.00 ab	9.08 b	9.23 b	9.58 c	9.10	0.108	0.000
pH yema	6.22 a	6.61 b	6.66 b	6.74 b	6.78 b	6.60	0.063	0.000

E.E: Error estándar

P-valor: Nivel de significancia

Letras diferentes indican rangos según Tukey al 5%

La tabla 8 nos muestra los resultados obtenidos para el color de yema, cuyos valores presentan una variación altamente significativa ($P < 0.01$) con valores de 13.52 a 11.88 de 0 a 20 días respectivamente en la escala de Roche, lo cual se puede interpretar como una degradación en el color de la yema influenciada por su el tiempo de conservación, Cayambe (2018) manifiesta que el color de la yema se lo puede considerar como un parámetro de calidad debido a que condiciona la satisfacción del consumidor, pero no lo considera como un parámetro objetivo para la evaluación de la calidad del huevo desde un punto de vista nutricional.

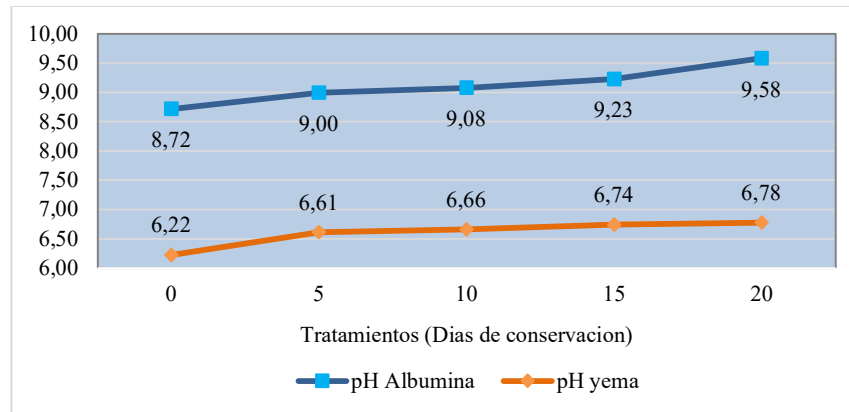


Figura 7. Variación del pH de la albúmina y la yema en función al tiempo de almacenamiento.

Los valores del pH de la albumina que se obtuvieron en esta investigación (tabla 8) mostraron una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) por influencia del tiempo de almacenamiento obteniendo valores promedios de 8.72 para huevos frescos (0 días) a un promedio de 9.58 (20 días) siendo los periodos de 0 a 5 y de 15 a 20 días de almacenamiento en donde se puede apreciar un aumento más significativo del pH (Figura 7), esto difiere de los resultados obtenidos por Chingal (2015) quien obtuvo

valores de 9.02 a 9.77 unidades respectivamente quien a su vez explica que durante el proceso de envejecimiento del huevo, la albumina se va alcalinizando por lo que un huevo envejecido puede alcanzar un pH de 9.7, donde los altos valores de pH pueden estar ligados a su estabilidad proteica.

El pH de la yema por su parte también demostró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) con valores de 6.22 a los 0 días hasta los 6.78 a los 20 días de almacenamiento. La Figura 7 muestra la variación del pH de la yema en función del tiempo de almacenamiento, pudiéndose observar que la mayor variación del pH en la yema se encuentra entre los primero 5 días después de la puesta siendo que a partir del día 5 hasta el 20 donde el aumento no es tan pronunciado, según Chingal (2015) el incremento del pH de la yema no es tan pronunciado debido a que la yema no es tan susceptible a cambios, pudiendo deberse a su composición lipoproteína los cuan minimiza su deterioro.

3.4 Indicadores de calidad del huevo

Tabla 9. Índice de forma, índice de yema, índice de cascara y grado de frescura.

Variables	Tratamientos (Días de conservación)					Medias	E.E	P-valor
	0	5	10	15	20			
Índice forma	74.37 ab	74.24 a	76.5 b	75.82 ab	75.28 ab	75.280	0.770	0.023
Índice yema	0.41 a	0.33 b	0.27 c	0.24 d	0.17 e	0.279	0.004	0.000
Índice cascara	12.38 a	12.07 a	11.5 b	11.41 b	11.31 b	11.713	0.159	0.000
Unidades Haugh	89.3 a	76.28 b	72.05 c	65.33 d	61.28 e	72.469	0.481	0.000

E.E: Error estándar

P-valor: Nivel de significancia

Letras diferentes indican rangos según Tukey al 5%

En el cuadro 9 se puede apreciar que el índice de forma presento diferencia significativa ($P < 0.05$) con una media de 75.28% siendo 76.5 y 74.24% los valores más altos y bajos respectivamente (Figura 8), estos valores son similares a los obtenidos por González (2016) quien mostro una media del 74.7%. Según Cayambe (2018) los huevos con valores próximos al 74% presentan mayor viabilidad durante la incubación además de ser más fáciles de embalar, al no presentar las medidas necesarias podrían sobresalir de su envase, los valores por encima de este porcentaje se llegan a considerar como redondos los cuales generalmente no presentan tamaños y pesos aptos y los que están por debajo de este porcentaje se consideran como alargados siendo estos más propensos a daños mecánicos.

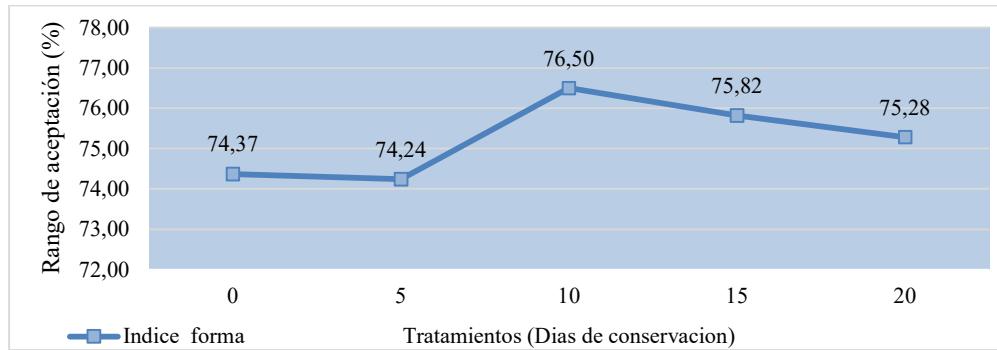


Figura 8. Resultados del índice de forma obtenidos.

En la tabla 9 se puede observar también que los tratamientos presentaron diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para la variable del índice de yema con un valor promedio de 0.41 a los 0 días de almacenamiento hasta 0.17 a los 20 días de almacenamiento presentando una disminución de 0.24, estos resultados difieren de los obtenidos por Ramírez et al. (2016) quien mostro resultados de 0.52 a los 0 días hasta 0.33 a los 20 días con una degradación de 0.19. Según Cayambe (2018), la calidad óptima de la yema debe tener un índice de alrededor de 0.42, y atribuye su degradación a la pérdida de agua a través de la cascara del huevo, haciendo que disminuya la altura de la yema y a su vez haciendo que aumente el diámetro de la misma.

Según González (2016) el índice de yema al ser una relación entre la forma ideal de la yema y la frescura del huevo, la diferencia significativa entre tratamientos es indicativo de una disminución del índice de calidad de la yema ocurriendo una mayor elasticidad de la membrana vitelina.

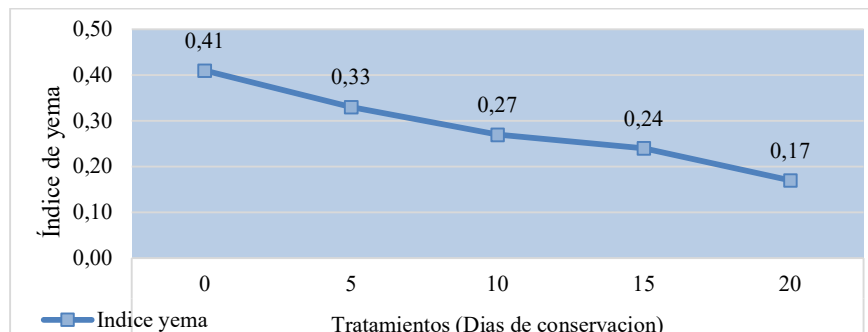


Figura 9. Relación entre índice de yema y tiempo de conservación.

Como se muestra en la tabla 9, el índice de cascara diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) mostrando valores de 12.83% en huevos de 0 días hasta 11.71% a los 20 días mostrando una disminución constante, esto contradice a los resultados obtenidos por González (2016) cuyos valores cercanos a 14.03% no mostraron una diferencia significativa o una disminución constante.

Cayambe (2018) manifiesta que el índice de cascara determina la dureza y permeabilidad del huevo el cual es importante debido a que huevos con índices menores al 10 % son más propensos al ataque de microorganismos debido a su elevada permeabilidad, además considera que el índice debe estar por encima del 12 % para poder asegurar que el huevo no pierda calidad interna.

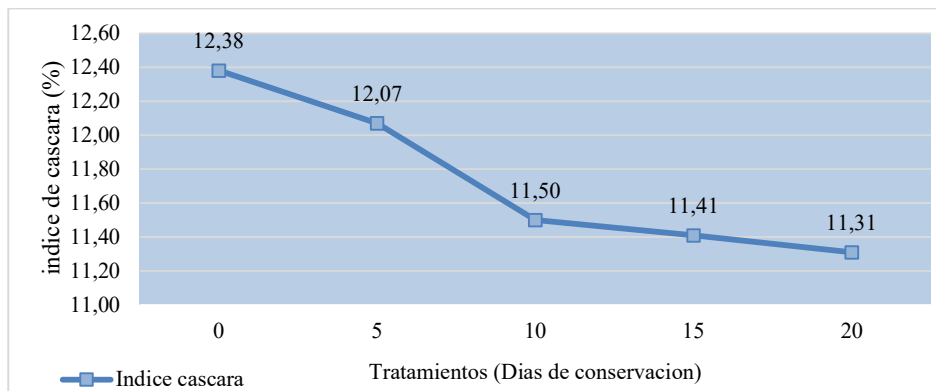


Figura 10. Relación entre el índice de cascara y el tiempo de conservación.

El cálculo de las unidades Haugh permitió evaluar el grado de frescura que presenta el huevo lo que a su vez es un indicador de la calidad con respecto al tiempo y método de almacenamiento que este tenga, los resultados de la investigación revelaron que los tratamientos presentaron diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre sí tal y como se muestra en la tabla 9 en la cual se observa que el mayor valor favorece al tratamiento de 0 días con 89.3 UH pudiendo catalogarse como excelentes y disminuyendo de manera progresiva hasta 61.28 UH a los 20 días lo cual ya es cercano al nivel de resistencia por parte del consumidor el cual está establecido en 60 UH, esto es demostrado por varios autores los cuales usan este indicador como elemento clave para poder determinar la frescura de los huevos, sin embargo los valores obtenidos suelen ser más elevados, González (2016) obtuvo resultados de 97.67 a los 0 días hasta 73.63

a los 15 días con una pérdida de 24.04 U.H lo cual se asemeja a los 23.97 U.H perdidos en el mismo lapso de tiempo en esta investigación.

Chingal (2015) realizó una investigación con huevos comerciales en donde obtuvo resultados de 61 U.H a 20 días de conservación con una temperatura media de 26 °C sin embargo demostró que a temperaturas de 18 y 6 °C respectivamente los valores en unidades Haugh obtenidos en un lapso de 20 días fueron de 74 y 78 respectivamente por lo que se puede deducir que la temperatura a la que se conserven influye de forma directa en el grado de frescura del huevo.

Cabe destacar que con los resultados obtenidos hasta el día 20, la calidad del huevo apto para el consumo no se ve degradada hasta el punto crítico establecido en las 60 UH. Cuando los huevos tienen menos de 60 UH, la clara se empieza a volver fluida, esto es síntoma de la pérdida de calidad; ya sea por el tiempo transcurrido desde la puesta ha sido demasiado largo o el ambiente en el cual fue almacenado no fue el adecuado Cayambe (2018).

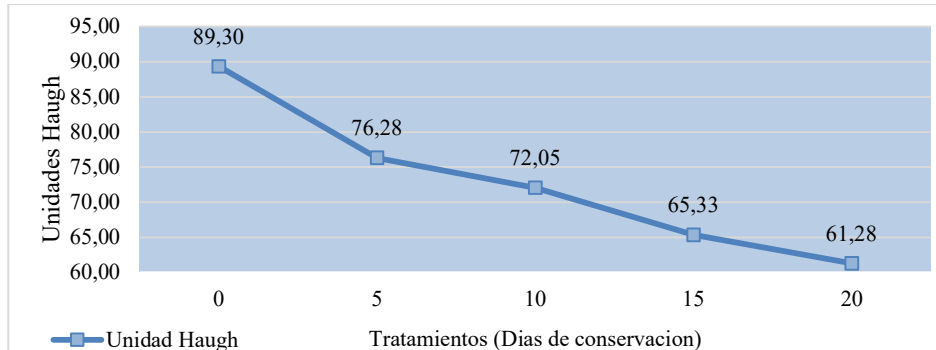


Figura 11. Relación entre las unidades Haugh y el tiempo de conservación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El análisis temporal realizado a los huevos de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) almacenados durante 0, 5, 10, 15 y 20 días a temperatura ambiente bajo las condiciones de la provincia de Santa Elena mostro una disminución del grado de frescura, índice de yema e índice de cascara.
- Se pudo determinar que los tiempo de conservación a temperatura ambiente no influye en indicadores de calidad externas como el índice de forma o el índice de cascara pero su influencia en más marcada en indicadores de calidad interna tales como el índice de yema.
- El indicador del grado de frescura nos permitió determinar que el tiempo óptimo de conservación de los huevos de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) a temperatura ambiente en la provincia de Santa Elena es de hasta 10 días debido a que su rango de Unidad Haugh aún se encuentra por encima de los 70 lo cual se considera aun como aceptable.
- Mediante la valoración del pH se pudo determinar que el tiempo de conservación de los huevos a temperatura ambiente altera el valor de este de manera constante desde el día 0 hasta el día 20, en el caso de la clara se pudo apreciar un incremento de 8.72 a 9.58 mientras que en la yema se pudo apreciar un incremento de 6.22 a 6.78.

Recomendaciones

- Se recomienda que los resultados obtenidos en esta investigación sean usados como referencia para evaluar la calidad de los huevos de gallinas criollas bajo las mismas condiciones estudiadas.
- Se recomienda tomar en cuenta la dieta a la que estén sometidas las aves debido a que puede ser un factor que altere ciertos parámetros como el color de yema o índice de cascara.
- Para futuras investigaciones es recomendable extender el tiempo de almacenamiento para poder determinar el tiempo máximo de consumo de los huevos de gallina criollas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, N., González, M., Duque, R. y Andrade, V. (2018) “Producción de pollos criollos con una incubadora artesanal de huevos en la comuna San Vicente cantón Santa Elena”, *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(1), pp. 90–95. Disponible en: <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/336> [Consultado 16-01-2021]

Avilés, D., Montero, M. y Pomboza, P. (2019) *Caracterización del sistema de producción de aves de traspatio del cantón Cevallos, Ecuador. Trabajo de fin de grado*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato.

Bermeo, J. (2011). *Investigación Aplicada al Turismo*. Disponible en: http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cdocentes_y_directivos%5Carticulos/4955_Fcevallos_00009.pdf. [Consultado 2-01-2021]

Camacho, M. A., Vélez, A., Jerez, M. P., García, J. C., López, S. J., Sánchez, E. I., Galicia, M. M. and Ávila, N. Y. (2019) “*El huevo de traspatio: Características físicas y desempeño en pruebas de incubación artificial*”. *Acta universitaria*, 29(2381), pp. 1-16. Disponible en: <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/2381/3355> [Consultado 2-01-2021]

Cayambe, J. A. (2018). *Evaluación de la calidad del huevo en gallinas criollas (Gallus domesticus) a diferentes días de conservación (0, 5, 10 y 15) en la amazonia ecuatoriana*. Trabajo de fin de grado. Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica.

Chingal, R. E. (2015). *Evaluación física, química y microbiológica de huevos comerciales de gallina, durante su almacenamiento (32 días), bajo diferentes condiciones ambientales*. Trabajo de fin de grado. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Central del Ecuador.

Damerow, G. (2011) *Guía de la cría de pollos y gallinas: Cuidados, alimentación, instalaciones*. Disponible en: <http://bibliotecas.upse.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=16906> [Consultado 16-01-2021].

Escobar, C.M. (2012). *Estudio de factibilidad para la creación y puesta en funcionamiento de una empresa avícola de producción y comercialización de huevos en la parroquia Cotaló de la provincia de Tungurahua*. Trabajo de fin de grado. Facultad de Administración y Economía, Universidad Politécnica Salesiana.

González, J. (2016). *Efectos de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de gallina camperas (Gallus domesticus) (CIPCA)*. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica.

González, V. and Napoleón, O. (2015). *Avicultura*. Primera edición. UTMACH. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6846> [Consultado 22-12-2020]

Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 1973: 2013). (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1973: 2013 para Huevos Comerciales y Ovoproductos. Requisitos. Quito*. Primera edición. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1973-2.pdf> [Consultado 22-12-2020]

Koupermann, J. I. (2014) *Determinación y mapeo de las áreas potencialmente incorporables al desarrollo sustentable a partir de la implementación del plan hidráulico en la provincia de Santa Elena*. Trabajo de fin de grado. Facultad de Ciencias Humanas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Maíz y soya (2020). *Cada año en Ecuador aumenta consumo de pollo y huevos*. Disponible en: <http://maizysoya.com/lector.php?id=20200548> [Consultado 24-12-2020]

Oñate, F. J., Villafuerte, A. A. and Bravo, O. E. (2020). “Calidad de huevos de gallinas criollas criadas en traspatio en Macas, Ecuador”. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), pp.

662-673. Disponible en:
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1307> [Consultado 28-12-2020]

Ortega, K., Fernández, M., González, O., Hernández, O. and Lozada, A. (2017). *V Congreso-Tequio de la red VITAE-V.I.D.A. FERIA INTERNACIONAL REGIONAL CIENTIFICA, ARTISTICA Y ARTESANAL (FIR-Artesanal)*. 1ª ed. Veracruz, México: Editorial Académica Española

Portilla, F. (2018) *Agroclimatología del Ecuador*. 1ª ed. Quito: Editorial Universitaria Abya-Yala

Ramírez, A., González, J., Andrade, V. and Torres, V. (2016) ‘Efecto de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de gallinas camperas (*Gallus domesticus*) en la Amazonia Ecuatoriana’, *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(12), pp. 1–17. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63649052015> [Consultado 30-04-2021]

Reyes, R. (2015) *Diseño, construcción y manejo de una incubadora artesanal de huevos en la comuna San Vicente cantón Santa Elena*. Trabajo de fin de grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Rivas, G., Sánchez, G., Castillo, F. and Luzuriaga, A. (2016) ‘Características Morfométricas de las Gallinas Criollas de Comunidades Rurales del Sur del Ecuador’, *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(2), p. 218. Disponible en:
<https://doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11639> [Consultado 16-01-2021]

Sayar, R. (2016). *Huevo “Un alimento para aprovechar al máximo”*. En *Nutrición y educación alimentaria*. Disponible en:
http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/valorAr/Educa/Fic/Ficha_13_Huevo.pdf [Consultado 28-12-2020]

Sevilla Maximino, S. (2015). *Calidad y manejo de huevo para plato*. Trabajo de fin de grado. Departamento de producción animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Sevillano, P. G., Barroeta, A. C. and Narro, C. G. (2016). “*El huevo como alimento funcional y sus componentes*”. *Albéitar: publicación veterinaria independiente*, 198(2), pp. 4-7. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/173-huevo_como_alimento.pdf [Consultado 28-12-2020]

ANEXOS



Figura 1A: muestras de huevos recolectados al día 0



Figura 2A: muestras de huevos recolectados al día 5



Figura 3A: muestras de huevos recolectados al día 10



Figura 4A: muestras de huevos recolectados al día 15



Figura 5A: medición del grosor de cascara



Figura 6A: medición del peso de la cascara

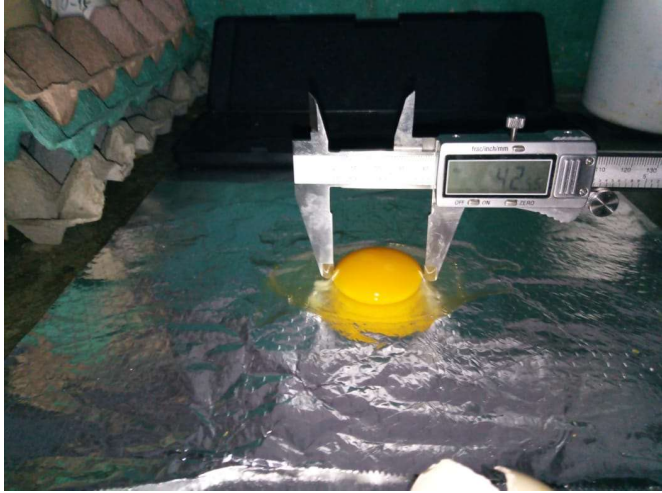


Figura 7A: medición del diámetro de yema



Figura 8A: medición de la altura de yema



Figura 9A: medición del pH de la albumina

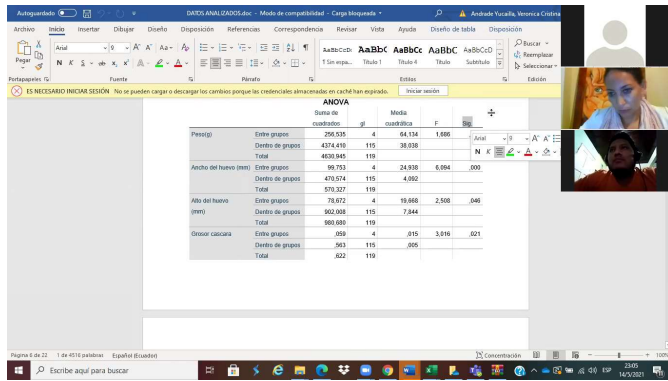


Figura 10A: Capacitación para uso de base de dato

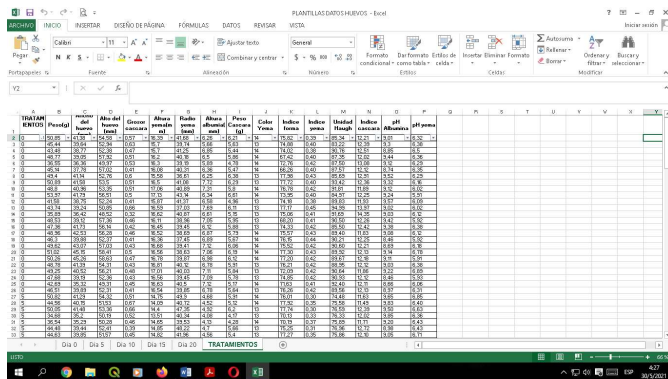


Figura 11A: Base de datos para los tratamientos