



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



EFEECTO DEL USO CON HARINA DE HOJAS DE *Moringa oleífera*
COMO ADITIVO SOBRE CALIDAD EN HUEVOS DE GALLINAS
DE POSTURA A 3820 m.s.n.m.

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. DARWIN WALKER LIPA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A mis padres Nazario y Fidela, Dedico con todo mi corazón mi tesis pues sin ellos no lo habría logrado. Sus palabras y bendición a diario a lo largo de mi vida me protegen y me lleva por el camino del bien. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor; padre mio y madre mía, los amo.

A Mónica, fiel compañera y complemento que siempre supo levantarme la moral, mujer decidida que me enseñó a luchar y hacer realidad mis objetivos.

A Dios. Quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis hermanas: Emérita y Morayma, de manera especial. Pues ustedes son el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentaron en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación

A mis compañeros (as), Javier, Mario, Carlos y otros Por compartir grandes experiencias que repercutirán constantemente en mi vida.

Con Aprecio.

Darwin LIPA



AGRADECIEMIENTOS

Este trabajo debe ser reconocido como una labor conjunta realizada con mi director de tesis Dr. Eliseo, a quien le debo gran parte de mi aprendizaje y mi gusto a la investigación en el área de alimentación, y también agradezco a mis asesores Jorge Torres y Halley Rodríguez. Quienes con su paciencia lograron tallar esta investigación.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE CUADROS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

1.1. Objetivos de la investigación	14
1.1.1. Objetivo general.....	14
1.1.2. Objetivo específico	14

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Industria avícola	15
2.2 La gallina de postura	15
2.2.1 Las líneas de postura Hy line Brown	15
2.2.2 Estándares de rendimiento de la línea Hy line Brown.	16
2.2.3 Nutrición y alimentación de las aves de postura.....	17
2.2.3.1 Alimentación	17
2.2.3.2 Nutrición	18
2.2.4 El huevo	20
2.2.4.1 Definición.....	20
2.2.4.2 Estructura del huevo.....	20
2.2.4.3 Formación del huevo.....	20
2.2.4.4 Calidad del huevo.....	24
2.3 Moringa Oleífera.....	29
2.3.1 Generalidades	29



2.3.2 Partes útiles de la planta.....	29
2.3.3 Valor nutritivo.....	30
2.3.3.1 Nutrientes.....	30
2.4 Aditivo.....	36
2.4.1 Aditivo alimentario.....	36
2.5 Antecedentes.....	36

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar de estudios.....	40
3.2 Duración del estudio.....	40
3.3 Material de estudios.....	40
3.3.1 Materiales de campo.....	40
3.3.2 Material de laboratorio.....	40
3.3.3 Equipos.....	41
3.3.4 Material biológico.....	41
3.3.5 Dietas.....	42
3.4 Metodología.....	43
3.4.1 Elaboración de las dietas experimentales.....	43
3.4.2 Preparación de las dietas.....	44
3.4.3 Manejo de las gallinas de postura.....	44
3.4.4 Determinación del color de cascara.....	45
3.4.5 Determinación del grosor de la cascara.....	45
3.4.6 Determinación del color de la yema.....	46
3.4.7 Determinación del Ph de yema de huevo fresco.....	46
3.5 Métodos estadísticos.....	47

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Color de la cascara de huevo.....	48
4.2 Grosor de la cascara de huevo.....	50
4.3 Color de la yema de huevo.....	51
4.4 pH de la yema de huevo fresco.....	53
V. CONCLUSIONES.....	55



VI. RECOMENDACIONES	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	57
ANEXOS.....	69

Área: Alimentación Animal

Tema: Efecto de la harina de moringa sobre la calidad de huevos de gallina.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 17 de marzo de 2021



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Coloración de huevo (www.hyline.com)	45
Figura 2. Abanico de color de yema de DSM (www.dsm.com).....	46
Figura 3. Color de la cascara de huevo por semana.	75
Figura 4. Grosor de la cascara de huevo por semana	75
Figura 5. Color de la yema de huevo por semana.....	76
Figura 6. pH de la yema de huevo fresco por semana	76



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación de las características del huevo.....	28
Tabla 2. Numero de aves por tratamiento.....	41
Tabla 3. Ingredientes para la formulación de dietas para las gallinas de postura Hy Line Brown en etapa de inicio.....	42
Tabla 4. Composición de las dietas para las gallinas de postura Hy Line Brown en etapa de inicio.....	43
Tabla 5. Efecto del tratamiento sobre el color de cascara de huevo (Tonalidad)	48
Tabla 6. Efecto del tratamiento sobre el Grosor de cascara (Milímetros)	50
Tabla 7. Efecto del tratamiento sobre la coloración de yema (Escala DSM)	52
Tabla 8. Efecto del tratamiento sobre el pH de la yema fresca.....	53



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen de estándares de Rendimiento.....	16
Cuadro 2. Necesidades diarias de calcio y fosforo.....	19
Cuadro 3. Requerimientos nutricionales para aves de postura según N.R.C.	19
Cuadro 4. Moringa oleífera de 54 días. Deshidratada	31
Cuadro 5. Análisis químico de las hojas frescas de Moringa Oleífera.....	31
Cuadro 6. Contenido de aminoácidos de las hojas secas de moringa	32
Cuadro 7. Contenido de minerales del polvo de Moringa Oleífera en 100g de porción comestible	33
Cuadro 8. Contenido en vitaminas del polvo de Moringa Oleífera en 100g de porción comestible.	34
Cuadro 9. Carotenoides en diferentes fracciones morfológicos de Moringa oleífera. ..	35



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ACPA	: Asociación Cubana de Producción Animal.
Em	: Energía metabolizable
g	: Gramos
HH.MO.	: Harina de hoja de <i>Moringa oleífera</i>
Kg	: Kilogramos
Kcal	: Kilo calorías
mg	: Miligramos
mm	: Milímetros
MS	: Materia Seca
NRC	: National Research Council (Concejo Nacional del Investigación)
L33	: Línea de gallinas de postura
p	: Probabilidad
pH	: Potencial de hidrogeniones
Sem	: Semana
T1	: Tratamiento uno
T2	: Tratamiento dos
T3	: Tratamiento tres
TDN	: Nutrientes Digestibles Totales
UNA	: Universidad Nacional del Altiplano



RESUMEN

El estudio se realizó en el Módulo de Crianza de animales menores de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno; el objetivo fue determinar el efecto de la harina de hojas de *Moringa oleífera* como aditivo en la dieta de gallinas de postura criadas a 3820 m.s.n.m. Para lo cual, se utilizaron 48 gallinas de la Línea Hy Line Brown de 26 semanas de edad, las cuales fueron distribuidas en tres tratamientos (T1=0.0% de HH.MO., T2= 0.5% de HH. MO., y T3=1.0% de HH.MO.) Con 8 repeticiones; las cuales, fueron manejadas en baterías tipo jaulas para gallinas de postura, se les administro el alimento en base a la guía de manejo Hy Line 2018; se obtuvieron los datos en un periodo de 35 días, siendo analizadas mediante un Diseño Completamente al Azar, el procesamiento de datos se realizó con el Software Excel 2016 y analizadas con el programa Minitab versión 16. Como resultados obtenidos para el color de cascara fue mayor para el T3 y T2 con 94 y 84 de tonalidad ($p<0.05$). El grosor de la cascara fue mejor con el T3 con 0.51mm, siendo menores y similares el T2 y T1 ($p<0.05$). El color de la yema de huevo mostro mejor respuesta con el T3 con 6 de valor de pigmentación en comparación al T2 y T1. El pH de la yema de huevo fresco no mostro diferencia significativa. En conclusión, las variables estudiadas muestran un efecto beneficioso sobre las características de color de cascara, grosor de cascara, color de la yema de huevo; mas no mostro un efecto sobre el pH de la yema de huevo fresco.

Palabras clave: Cascara, huevo, *Moringa oleífera*, pH, yema



ABSTRACT

The study was carried out in the Minor Animal Rearing Module of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the National University of Altiplano - Puno; The objective was to determine the effect of *Moringa oleifera* flour as an additive in the diet of laying hens raised at high altitude. For which, 48 hens of the Hy Line Brown Line, 26 weeks old, were used, which were distributed in three treatments (T1 = 0.0% of HH.MO., T2 = 0.5% of HH. MO., And T3 = 1.0% HH.MO.) with 8 repetitions; which were managed in cage-type batteries for laying hens, the food was administered based on the Hy Line 2018 management guide; The data were obtained in a period of 35 days, being analyzed through a Completely Random Design, the data processing was carried out with the Excel 2016 Software and analyzed with the Minitab program version 16. As results obtained for the color of the peel was higher for T3 and T2 with 94 and 84 tonality ($p < 0.05$). The thickness of the shell was better with T3 with 0.51mm, with T2 and T1 being smaller and similar ($p < 0.05$). The color of the egg yolk showed a better response with T3 with a pigmentation value of 6 compared to T2 and T1. The pH of the fresh egg yolk did not show significant difference. In conclusion, the variables studied show a beneficial effect on the characteristics of shell color, shell thickness, and egg yolk color; but it did not show an effect on the pH of the fresh egg yolk.

Keywords: Shell, egg, *Moringa oleifera*, pH, yolk



CAPÍTULO I

INTRODUCCION

La avicultura es un sector de gran importancia en la generación de alimentos de buena calidad (proteína de alto valor biológico) y de fácil acceso para el bolsillo del consumidor, en base a este contexto, el huevo de gallina va adquirir un gran protagonismo; es así que en Perú el año 2019 se obtuvo una producción de 488.484 toneladas de huevo de gallina para consumo (PCPA, 2019).

La alimentación de gallinas de postura por lo general se basa en alimento balanceado y agua a libre disposición (Álvarez, 2020), dentro del alimento se utilizan diversos productos que son utilizados como aditivos, ya sean químicos (Palacios y Solís, 2018) o sintéticos, los cuales pueden llegar a producir diversas problemáticas de salud (Del Rio *et al.*, 2005), por lo cual surge la necesidad de nuevas alternativas que puedan sustituir los aditivos sintéticos (Radwan *et al.*, 2008) dentro de los cuales se encuentra la utilización de recursos naturales (Castañeda, 2018)

La hoja de moringa posee un alto valor nutritivo (López, 2019), debido a que presenta 30.3% de proteína bruta, 19 aminoácidos, 44.57% de α -linolénico, 17 ácidos grasos, 3.65% de calcio, 0.3% de fósforo, vitamina E y beta-carotenos (Moyo *et al.*, 2011), esta característica nutricional le confiere poder ser utilizadas en la alimentación animal, así como, ser remplazo de insumos proteicos como la soya o de utilizarse como aditivo alimentario (Tapia *et al.*, 2016).



La industria productora de huevo busca ofrecer productos de mayor calidad para aumentar su demanda por los consumidores (Chávez *et al.*, 2019), principalmente mejorando la calidad interna y externa del huevo como el color de yema, color de cascara, grosor de cascara entre otros (Arrue, 2018), es por ello, que en el estudio se desea determinar el efecto de la harina de *Moringa oleífera* como aditivo en la dieta de gallinas de postura criadas en la altura.

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general

Determinar el efecto con harina de hojas de *Moringa oleífera* como aditivo en la dieta de gallinas Hy Line Brown criadas a 3820 m.s.n.m.

1.1.2. Objetivo específico

- a. Determinar el efecto de la inclusión con harina de hojas de *Moringa oleífera* como aditivo en la dieta de gallinas de postura sobre el color y grosor de la cascara de huevo.
- b. Determinar el efecto de la inclusión de harina de hojas de *Moringa oleífera* como aditivo en la dieta de gallinas de postura sobre el color de la yema y pH de la yema de huevo fresco.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Industria avícola

Dentro de las ramas del sector pecuario, la industria avícola ha mostrado uno de los mayores crecimientos (FAO, 2009), lo cual se debe principalmente al mejoramiento genético, al manejo nutricional y manejo sanitario (Ochoa, 2011); en nuestro país se presenta como una de las actividades de mucha importancia en el sector agropecuario, debido a la gran demanda del mercado por el consumo de carne y huevo (Rivera, 2015).

2.2 La gallina de postura

Las líneas de gallinas ponedoras están establecidas por animales para la producción de huevo comercial con cualquiera de los tipos de cascarón, blanco o marrón; son aves de tamaño relativamente pequeño y ponen un número elevado de huevos con cascarón resistente el cual también depende de su nutrición; además, su viabilidad es buena y su producción de huevos económica (North y Donald, 1998).

2.2.1 Las líneas de postura Hy line Brown

El potencial genético de las aves Comerciales Hy-Line Brown se puede alcanzar únicamente si se utilizan buenas prácticas de manejo; así mismo, 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% (Hy-Line, 2016).

2.2.2 Estándares de rendimiento de la línea Hy line Brown.

Los estándares están basados en base a las experiencias de campo recopiladas por la empresa Hy Line Internacional, utilizando los extensos datos registrados de lotes de aves de clientes de todas partes del mundo (dentro de los cuales se encuentra el Perú) (Hy-Line, 2018).

Cuadro 1. Resumen de estándares de Rendimiento.

CARACTERISTICAS	RENDIMIENTO
Porcentaje de Pico de Producción	95–96%
Huevos Ave-Día a las 60 Semanas	257–266
Huevos Ave-Día a las 90 Semanas	419–432
Huevos Ave-Día a las 100 Semanas	468–483
Viabilidad a las 60 Semanas	97%
Viabilidad a las 100 Semanas	92%
Peso del Huevo a las 26 Semanas	57.3–59.7 g / huevo
Peso del Huevo a las 32 Semanas	60.1–62.5 g / huevo
Peso del Huevo a las 70 Semanas	62.9–65.5 g / huevo
Peso del Huevo a las 100 Semanas	64.0–66.7 g / huevo
Color de la Cáscara a las 38 Semanas	87
Color de la Cáscara a las 56 Semanas	85
Color de la Cáscara a las 70 Semanas	81
Color de la Cáscara a las 100 Semanas	78

Fuente: Hy-Line, 2018.



2.2.3 Nutrición y alimentación de las aves de postura

2.2.3.1 Alimentación

En la industria avícola, los costos de producción son la base fundamental para salvaguardar la rentabilidad del sistema de producción (Arrue, 2018), debido a que tiene una representación cerca al 70% de los costos totales (Zambrano, 2018),

La producción de las aves de corral (gallinas de postura) en granjas comerciales, es en la actualidad altamente tecnificada y su alimentación se basa principalmente en el empleo de raciones balanceadas (Shimada, 2003), las cuales, son elaboradas a mínimo costo, en donde juega un papel importante la relación entre el aporte nutricional y el precio de las materias primas (Arrué, 2018).

Muchos factores afectan los puntos de activación que regulan el consumo de alimento. Entre los más importantes se encuentran: línea de aves, genética, tamaño, sexo, edad, grado de producción, tamaño del huevo, plumas de cobertura, actividad, tipo de caseta, sabor agradable del alimento, contenido energético del alimento, calidad de los ingredientes de la ración, consumo de agua, temperatura corporal, contenido de grasa corporal y grado de estrés (North, 1993).



2.2.3.2 Nutrición

Los requerimientos nutricionales de las ponedoras están directamente relacionados con la tasa de producción, masa diaria de huevo, peso corporal, temperatura ambiental del galpón, estrés por enfermedad, calidad de los nutrientes, edad, plumaje, y otros factores (Dekald, 1994). El tamaño del huevo es afectado en gran manera por el consumo de energía, de grasa total, de proteína cruda, de metionina y cistina y de ácido linoléico. Los niveles de estos nutrientes pueden aumentarse para mejorar el tamaño del huevo al principio de la postura y pueden reducirse gradualmente para controlar su tamaño a finales de la postura (Guía de manejo comercial Hy-line, 2009-2011).

A. Niveles de Energía

Las ponedoras necesitan ingerir 300 a 330 Kcal/ día dependiendo del peso de la gallina (a mayor peso más necesidades de mantenimiento) y temperatura de la nave (bajas o altas temperaturas también aumentan las necesidades energéticas). En cualquier caso, el nivel de energía elegido (normalmente entre 2.700 y 2.800 Kcal.) se mantendrá mientras que las condiciones de consumo de pienso no varíen y nos marcará el resto del programa de alimentación (Martín, 2005).

B. Proteína Ideal

La proteína ingerida va a cubrir básicamente las necesidades de crecimiento y producción de huevo, siendo muy pequeñas las necesidades de mantenimiento en los animales adultos. El concepto de proteína bruta ha sido sustituido prácticamente en todas las especies de monogástricos por el de aminoácidos digestibles, que se ajusta mucho más a la fisiología digestiva de los

animales. La formulación de aminoácidos digestibles nos permite reducir los niveles de proteína bruta con un ahorro de proteínas primas proteicas. La proteína ideal está formada por una relación constante entre los aminoácidos esenciales y que normalmente se relaciona con la lisina de manera que, independientemente del nivel proteico utilizado, la proporción entre los distintos aminoácidos esenciales se mantiene constante (Martín, 2005).

C. Calcio y Fosforo:

En las ponedoras el metabolismo de calcio es especialmente importante debido a que diariamente exportan aproximadamente 4 a 5 gramos de carbonato. Para ello requiere una alta ingestión diaria de calcio además de un equilibrio adecuado de fósforo, vitamina D y un buen manejo de las condiciones físicas y químicas de los minerales (Martín, 2005).

Cuadro 2. Necesidades diarias de calcio y fosforo

SEMANAS	CALCIO	FOSFORO
30 – 35	4.00 g/día	0.44 g/día
35 – 50	4.25 g/día	0.40 g/día
50 a mas	4.75 g/día	0.35 g/día

Fuente: Martín, 2005

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales para aves de postura según N.R.C.

NUTRIENTES	REQUERIMIENTOS
Proteína cruda (%)	17.00
Energía metabolizable Kcal Em/kg	2.9
Calcio (%)	3.25
Fosforo disponible (%)	0.25
Metionina + cistina (%)	0.58
Lisina (%)	0.69

Fuente: N.R.C. (1994) mencionado por Mamani (2014)



2.2.4 El huevo

2.2.4.1 Definición

Rodríguez y Magro (2008) hacen referencia a la denominación genérica de huevo, la cual se entiende única y exclusivamente al procedente de gallina (*Gallus gallus*). Los huevos de otras especies aviarias (perdiz, codorniz, etc.) se designan indicando la especie de la que proceden. Por lo tanto, cuando se habla de huevos se refiere a los huevos de gallina con cáscara, sin romper, incubar o cocer. Son aptos para el consumo humano en estado natural o para su utilización por las industrias alimenticias.

2.2.4.2 Estructura del huevo

Un huevo contiene, básicamente, una yema central rodeada por el albumen o clara y todo ello envuelto por una cáscara externa que lo protege. Aunque existen variaciones debidas a distintos factores como edad, estirpe, nutrición, etc., las proporciones medias de estos componentes son 31% para la yema y un 58% y 11% para el albumen y cáscara, respectivamente (Instituto de Estudio del Huevo, 2002).

2.2.4.3 Formación del huevo

A. Formación de la yema:

Se desarrolla lentamente por la adición gradual de fluido de yema, que va a contener los pigmentos liposolubles, principalmente xantofilas, las cuales son provenientes del tracto gastrointestinal y son transportadas por el torrente sanguíneo (USDA. 2000).



B. Formación de la clara:

Se da en la zona denominada como magnum o magno del oviducto, en donde sus células van a sintetizar las proteínas que dan origen al albumen o clara; uno de estas, es la ovomucina la cual, le confiere espesor a la clara (Instituto de Estudios del Huevo, 2002).

Dentro del útero, se lleva a cabo la hidratación y estructuración de albumen, en donde se produce una rotación del huevo que conlleva a la torsión de las fibras proteicas del albumen denso, lo que va a dar origen a las chalazas, las cuales son responsables de mantener centrada la yema (USDA, 2013).

C. Formación de la cascara:

Su formación se produce en el útero, mediante la deposición de carbonato de calcio y los bicarbonatos en concentraciones elevadas (Álvarez, 2020).

La gallina posee un mecanismo homeostático importante, en donde el calcio es absorbido eficientemente por medio de un proceso activo a nivel del intestino delgado (Cuca, 2005), la cual es transportada por vía sanguínea (Gairal, 2015), para cubrir las necesidades en el ave a través de la excreción renal y el metabolismo a nivel del hueso; encargándose de este proceso las hormonas parotídeas, calcitonina, 1.25-dehidrocalciferol y estrógenos (Lozano, 2015).



La formación del cascaron se realiza en su mayor parte durante las horas de oscuridad, cuando los niveles de consumo de alimento son muy bajos o inexistentes, observándose que la única fuente que puede llegar a suministrar el calcio durante este periodo son los huesos medulares (Correa, 2009).

La cáscara del huevo se forma durante su paso a través del oviducto (24 a 25 horas); después de la fertilización del huevo, éste permanece de 2 a 3 horas en el magnum donde se forma la capa perivitelina; posteriormente permanece de 1 a 2 horas en el istmo donde las dos membranas testáceas y la matriz orgánica de la cáscara son construidas. El huevo entra a la glándula de la cáscara (GC), por un lapso de 21 horas, donde se lleva a cabo la deposición del calcio (Ca^{2+}). La deposición del carbonato de calcio (CaCO_3) es acompañada por grandes cambios en el flujo de potasio (K^+), magnesio (Mg^+), glucosa dentro, sodio (Na^+) y cloro (Cl^-) fuera del fluido de la GC, mientras ellos recirculan dentro de la mucosa de la GC, vía un sistema de transporte activo. La capacidad de transporte del tejido de la GC está altamente correlacionada con la concentración de la “calbindina”, proteína enlazadora de vitamina D dependiente de calcio. El gene de la calbindina es durante el fenómeno circadiano, correlacionado con el ciclo diario del huevo. En la GC, los genes que codifican proteínas que juegan el papel en el control de la calcificación del cascarón, pueden ser regulados por estímulos hormonales y no hormonales. El flujo de calcio es considerado



uno de los estímulos principales no hormonales, que afecta la expresión de los genes (Rodríguez, *et al* 2006).

D. Fisiología respecto a la formación del huevo de la gallina

Se inicia cuando la yema madura, portadora del disco germinal, recibe la estimulación de la hormona luteinizante (LH) secretada por la pituitaria y se desprende del folículo que la contiene, la yema ahora solo cubierta de una membrana vitelina, pasa a la primera parte del oviducto que es el infundíbulo (Sevilla, 2015). Para ser rodeada por la membrana vitelina en un período hasta 30 minutos (IEH, 2009). La yema del infundíbulo se dirige al magnum, impulsada por movimientos peristálticos, y empieza a ser cubierta por las primeras capas de albúmina o clara espesa, que constituye cerca de la mitad de la clara total del huevo, a partir de esta clara espesa, y por adición de agua y del movimiento de la yema en el oviducto, se forman las chalazas, una especie de cordones de clara espesa retorcida, que sostienen a la yema en su posición central cuando el huevo se está formando (Vaca, 2003). A continuación, pasa al istmo absorbe agua y se forman las 2 membranas testáceas de la cáscara en 1.5 horas. En el útero se forma la cáscara del huevo, está formada casi totalmente de carbonato de calcio y pequeñas cantidades de sodio, potasio y magnesio (Sevilla, 2015). Su formación dura 5 horas; y en las 15 horas restantes, se produce la expulsión, una vez formado el huevo se producirá la expulsión a través de la cloaca o vagina. El huevo sale con fuerza gracias a las contracciones de la musculatura lisa que rodea a la



mucosa. En algunas gallinas, 1 hora antes de la ovoposición, el huevo gira 180 grados y sale primero la parte roma (IEH, 2009).

2.2.4.4 Calidad del huevo

El huevo es uno de los alimentos más utilizados en el mundo, y que se distribuye a nivel mundial (Ortega, 2002), presentándose como un producto de excelente calidad – precio (Gil *et al.*, 2016); cuando el consumidor va adquirir huevos, va a tener en cuenta el precio, la calidad y el tamaño (Fearne y Lavelle, 1996), los consumidores asocian la mejor calidad en el siguiente orden de importancia para las características externas: al tamaño, estado de la cascara, color de la cascara, precio, limpieza de la cascara; para las características internas toman en consideración el color de la yema, olor, manchas de yema o clara, consistencia de la clara y por último la dureza de la cascara, mientras que la frescura lo asocian al olor del huevo (Araneda, 2006)

A. Características externas

a. Color de la cascara

La gallina tiene la capacidad de secretar constantemente la protoporfirina en la glándula calcífera durante el ciclo de puesta, por lo cual, la variación de coloración está relacionada con el tamaño del huevo (Odabasi *et al.*, 2007); el color marrón en los huevos proviene de la deposición de porfirinas, los cuales son los pigmentos sintetizados a partir de la hemoglobina sanguínea, depositándose como protoporfirina y biliverdina a través de las células superficiales de la glándula calcífera del



oviducto (Baird et al., 1975) Las situaciones fuertes de estrés siempre van a provocar una falta de coloración de la cáscara del huevo (Zaviezo, 2016). La preferencia del color de la cáscara es una característica importante para ser estudiada debido a la demanda del mercado. Es así que en Francia los consumidores en forma casi unánime demandan huevos marrones a diferencia de los Estados Unidos y Brasil, donde se prefieren huevos blancos (Hunton, 1981; Souza, 2008).

b. Grosor de la cascara

La estructura de la cáscara ha ido evolucionando hasta convertirse en una protección óptima del contenido del huevo de ataques físicos y microbianos que permite el intercambio de agua y gas entre el embrión y el medio externo y a su vez es la fuente de calcio necesaria para la osificación del embrión (Nys *et al.*, 2010). La cáscara tiene un grosor medio de 0.35 mm y está formada por 5 capas (Castelló et al., 2010) además los huevos, menores a 0.30 mm son considerados como no apropiados para su comercialización ya que son relacionados a valores bajos de resistencia (Saer et al., 2017); así mismo, Las estirpes ligeras suelen tener un grosor de cáscara mayor que las estirpes semipesadas (Buxadé, 2000). Por otra parte, North y Bell (1993), indican que el grosor del cascarón disminuye al final del año de postura, así como también, durante los meses de clima cálido, esto último se debería a un menor consumo de alimento diario; a ellos suma lo mencionado por Mc Donald (2006) en donde hace referencia que las gallinas, descende la producción de huevos, la incubabilidad y el grosor de la cáscara.



Según a lo mencionado por Guerra y Molina (2016) el grosor de cascara es medido con un micrómetro, con parámetros de al menos 0.3 milímetros de grosor para ser de buena calidad; además, los huevos son conocidos por su delicadez, así que la alimentación juega un papel muy importante en la aportación de calcio y fosforo para suplir al ave y también para desarrollar un huevo resistente, los huevos son sometidos a muchos movimientos desde que son producidos en la granja hasta que llegan al consumidor. Entre más gruesa es la cáscara, el huevo es más resistente a fracturas y pérdida de su integridad interna.

B. Características internas

a. Color de la yema

El contenido de la ración, influye enormemente en la composición de la yema, por lo tanto, manipulando la nutrición, se puede modificar la estructura y color de ella, las aves ponedoras poseen capacidad individual diferente para transportar pigmentos a la yema. Así también, huevos de cáscara color marrón, poseen un color de yema más intenso que huevos de cascarón blanco. Las aves de color marrón depositan más xantofilas que aves blancas, debido a un mayor consumo de alimento (Blas, 1991). La pigmentación de la yema de huevo ha sido una característica de suma importancia a la hora de su comercialización. Actualmente el consumidor exige colores más intensos en este producto debido a que asocia una pigmentación más alta con animales sanos y un huevo de mejor calidad comparado con uno que tenga el color de la yema pálida. La preferencia por la tonalidad de color depende de las



culturas de distintos países (Rodríguez et al., 2006). Se puede observar que en Alemania, Italia y España prefieren la tonalidad 14, Francia, Reino Unido la 12 – 14 y Brasil la 12 (Souza, 2008). En Estados Unidos, Irlanda y Perú prefieren la tonalidad 9, mientras que en Venezuela y Argentina 8 (Becerril, 1988).

b. pH de la yema de huevo

Según a lo mencionado por Ajenjo (1980), conforme avanza el tiempo el pH se incrementa, siendo así que en los huevos frescos (del día), el pH de la yema este es de 6; pasadas 48 hrs., el pH de la yema a 6.3; después de varias semanas, alcanza valores de 6.8.

C. Evaluación de la calidad de huevo

1. Color de la cascara

El color de la cáscara es una característica importante para ser estudiada debido a las diferentes preferencias del mercado en cuanto al color del huevo alrededor del mundo (Souza, 2008). El color de la cáscara se puede controlar visualmente con una serie de escalas graduadas, por lo tanto el color debe ser uniforme excepto en algunas estirpes, sin manchas de heces ni alimentos (Ortiz y Mallo, 2013).

2. Grosor de la cascara

Se puede medir con un micrómetro (calibrador digital Vernier), el grosor de la cáscara es aceptable hasta al menos 0.30

mm, ya que valores menores revelan fragilidad y menor resistencia a la ruptura (Guerra y Molina, 2016). El grosor varía en función del punto elegido para la medida. Para realizar la medición, se coloca un trozo de cáscara entre los palpadores del calibrador, y luego se realiza la lectura correspondiente de los valores mostrados en la pantalla del aparato, para evitar errores se debe medir la cáscara en dos o tres puntos diferentes del huevo, y tomar la media como valor representativo (Vargas, 2018).

3. Color de la yema

La escala internacional para medir la coloración de la yema es el abanico de Roche (DSM en la actualidad) que otorga valores de coloración de 1 a 15; el 1 representa un color muy cercano al blanco y el 15 un anaranjado rojizo. Según DSM (2016), la industria considera óptima la escala 7 para el mercado (Guerra y Molina, 2016).

Tabla 1. Evaluación de las características del huevo.

Característica			
Parámetros	Resultados	Tablas de defectos	
		Menores	Mayores
• Color de cascara	• Rojo característico	• Huevo en tono más claro, pero la cascara es fuerte	• Huevo pálido con cascara débil
• Grosor de cascara	• Expresado en mm. Aceptable 0.32mm en adelante	• Grosor de cáscara entre 0.25 y 0.31mm	• Grosor de cáscara menor a 0.24mm
• Color de yema	• Expresado en escala de 1-15. Aceptable de 8 en adelante	• Color de yema entre 4 y 7	• Color de yema entre 0 y 3
• pH	• Expresado en escala de 0 a 14. Aceptable de 6 – 10	• pH 5.5 a 5.9 pH de 11 a 17	• pH 0 a 5.4

Fuente: Elaboración propia en base a lo mencionado por García (2017).



2.3 Moringa Oleífera

2.3.1 Generalidades

Anwar y Bhanger (2003) mencionan que la *Moringa* pertenece a la familia monogenérica *Moringaceae* y abarca 13 especies, donde la *Moringa oleífera* es la más conocida y utilizada; por otra parte, Shama *et al.*, (2012) hace referencia que es un árbol perenne, nativo del noroeste de la India, la cual fue introducida en diferentes regiones del mundo, tales como Afganistán, Bangladesh, Sri Lanka, África, Oeste asiático y en Latinoamérica, desde México a Perú, Las Islas del Caribe, Paraguay y Brasil. La moringa ofrece una amplia variedad de productos alimenticios, ya que todas las partes de la planta son comestibles: las vainas verdes (parecidas a las legumbres), las hojas, las flores, las semillas (negruzcas y redondeadas) y las raíces son muy nutritivas (Murat, 2014).

2.3.2 Partes útiles de la planta

Paz (2017) hace mención que las hojas del árbol sirven en nutrición y medicina; las semillas se pueden utilizar en purificación de agua y medicina; el aceite para cocinar, también en la industria de los cosméticos y la de los lubricantes; la corteza del árbol puede ser utilizada en medicina; las raíces de esta planta son de uso en la Medicina naturista; las flores también utilizadas en medicina al igual que las vainas, además de ser usadas en nutrición.



2.3.3 Valor nutritivo

2.3.3.1 Nutrientes

Las hojas constituyen uno de los forrajes más completos ricos en proteína, vitaminas y minerales y con una palatabilidad excelente, las cuales son ávidamente consumidas por todo tipo de animales rumiantes, camellos, cerdos, aves, carpas, tilapias y otros peces herbívoros (Chavesta, 2018). Así mismo, Agricultura familiar (2014) menciona que la moringa provee de minerales, vitaminas y carotenoides (pigmentos), que le confieren el color amarillo a la piel de los pollos y a la yema de los huevos.

Valdez, (2012) menciona que un análisis proximal (valores por 100 gramos) de las diversas partes de la planta de moringa (hojas, vainas y semilla), se muestra un alto aporte de nutrientes, especialmente proteína (20.5%), grasa (27.2%), carbohidratos, energía (207 kcal), minerales y vitaminas, entre las cuales destacan valores significativos de calcio (6.2 mg), potasio (27.5 mg), hierro (5.4 mg), vitamina C (1.9 mg) y carotenos (343.6 ug como β -caroteno); además, hace referencia que la hoja de moringa posee un porcentaje superior al 25% de proteínas, esto es, tantas como el huevo, o el doble que la leche, cuatro veces la cantidad de vitamina “A” de las zanahorias, cuatro veces la cantidad de calcio de la leche, siete veces la cantidad de vitamina C de las naranjas, tres veces más potasio que los plátanos, cantidades significativas de hierro, fósforo y otros elementos (Agrodesierto, 2006).

A continuación, se muestra distintas tablas sobre la composición nutritiva de la hoja de *Moringa oleífera*.

Cuadro 4. Moringa oleífera de 54 días. Deshidratada

Nutrientes	Hojas
Proteína (N x 6.25)	22.99
Extracto etéreo %	4.62
Fibra cruda %	23.60
Cenizas %	10.42
Extracto no nitrogenado	36.37
TDN	63.72
Energía digestible, Mcal/kg MS	2.81
Energía Metabolizable, Mcal/kg MS	2.30

Fuente: ACPA (2010)

Cuadro 5. Análisis químico de las hojas frescas de Moringa Oleífera

Nutrientes	Fuglie, 1999	USDA, 2003	INCAP, 2006
Humedad (%)	7.5	4.8	-
Valor energético (Kcal)	205	-	-
Proteínas (g)	27.1	33.5	22.42
Lípidos (g)	2.3	9.75	4.96
Carbohidratos (g)	38.2	-	27.05
Fibra (g)	19.2	7.48	30.97

Fuente: Pérez, 2012

A. Proteínas

Según Makkar y Becker (1997), el forraje puede ser una buena fuente de proteína para la alimentación animal ya que contiene entre 15.6 y 29% proteína en base seca; así mismo, Traoré *et al.*, (2013) menciona la alta calidad de la proteína, su fácil digestión, lo cual estaría influenciado por la alta calidad de los aminoácidos. Haq *et al.*, (2010) mencionan que la moringa “tiene todos los amino ácidos esenciales, lo cual es muy raro en vegetales y hay una buena proporción de los mismos; así mismo, Hugo *et al.*, (2011) mencionan que las



hojas secas de moringa tienen 19 aminoácidos, de los cuales 10 son esenciales (Tabla 7); además, Alvares (2016) hace mención que los aminoácidos con mayor proporción son la alanina, tirosina, leucina, arginina y lisina, y los aminoácidos HO-prolina, cisteína y metionina tienen los valores más bajos. Hugo *et al.*, (2011) indican que es común que la metionina sea deficiente en hojas verdes; además, otros aminoácidos van a presentar características especiales, como la tirosina la cual es un precursor de la dopamina y de la noradrenalina, por lo que es antidepresiva (Souccar, 2001); así mismo, la leucina, es un aminoácido esencial de cadena ramificada que proporciona los sustratos para la oxidación durante el ejercicio (Virus y Virus, 2001) favoreciendo de esta manera esta actividad. En general, se conoce que las proteínas de origen vegetal son ricas en arginina y deficientes en lisina, sin embargo, se observa en la Tabla 07 que las hojas secas de moringa no presentan niveles bajos de lisina; además, este aminoácido es importante porque asegura una mejor absorción de calcio y ayuda en la producción de anticuerpos (Hugo *et al.*, 2011).

Cuadro 6. Contenido de aminoácidos de las hojas secas de moringa

Aminoácido	Cantidad (media +/- %)
Arginina	1.780
Serina	1.087
Ácido aspártico	1.430
Ácido glutámico	2.530
Glicina	1.533
Treonina*	1.357
Alanina	3.033
Tirosina*	2.650
HO-Prolina	0.093
Metionina*	0.297
Valina*	1.413



Fenilalanina*	1.640
Isoleucina	1.1 77
Leucina*	1.960
Histidina*	0.716
Lisina*	1.637
Cisteína	0.010
Triptófano	0.486

Fuente: Alvares (2016) *=aminoácidos esenciales

B. Minerales

Las hojas son ricas en minerales Ca y Fe, (Richter *et al.*, 2003). Melesse *et al.*, (2013) realizaron un estudio de la composición de macrominerales de las hojas de *Moringa Oleífera* donde se reporta una concentración de calcio de 24.8 y 26.7 g / Kg (MS) en época del año lluviosa y seca, respectivamente, a una altitud de 1700 (msnm); mientras que a una altitud de 1100 (msnm) se reportaron una concentración de calcio de 25.7 y 26.7 g / Kg (MS) en época lluviosa y seca, respectivamente.

Cuadro 7. Contenido de minerales del polvo de *Moringa Oleífera* en 100g de porción comestible

Nutrientes	Hojas frescas	Hojas secas
Calcio	440 mg	2.0003 mg
Cobre	0.07 mg	0.57 mg
Hierro	0.85 mg	28.2 mg
Magnesio	42 mg	368 mg
Fosforo	70 mg	204 mg
Potasio	259 mg	1.324 mg
Zinc	0.16 mg	3.29 mg

Fuente: Guerrero (2016).

C. Vitaminas

Presenta un follaje particularmente barato y rico en vitaminas (B1, B6 y niacina, 6780 ug de β - caroteno) Gopala *et al.*, (1980), muestra concentraciones muy altas del grupo B, excepto en riboflavina (B2) que es baja sin embargo Girija *et al.*, (1983), citado por Flores y Jaime (2004), reporto que entre las hojas de diferentes vegetales (*amaranthusgeneticus*, *hibiscos cannabinus*) la biodisponibilidad de tiamina y riboflavina fue superior en las hojas de Moringa *oleífera* en relación con otros vegetales en estudio. Excepcionalmente es rica en vitamina A y ácido ascórbico comparado con otras verduras frondosas seleccionadas incluyendo las vitaminas B y C, así como el contenido de tiamina y piridoxina. La vitamina A llamada acetato de vitamina A, está presente en cantidades pequeñas en el follaje, las vitaminas B y C están en niveles un poco más alto en los follajes de plantas jóvenes a los 8 meses (29 ug/vit A; 375ug/ vit. B), que en los follajes de las plantas maduras (14 ug/vit. A, 225 ug/ B1) (Makkar y Becker, 1996).

Cuadro 8. Contenido en vitaminas del polvo de Moringa Oleífera en 100g de porción comestible.

Nutrientes	Fuglie, (1999)	Foild (2001)		
		Nicaragua	India	Niger
Vit. A (β -caroteno)	18.9	40.1	-	-
Vit. B - colina	-	-	-	-
Vit. B1-tiamina	2.64	-	-	-
Vit. B2-riboflavina	20.5	-	-	-
Vit. B3-niacina	8.2	-	-	-
Vit. C-ácido ascórbico	17.3	91.8	83.6	67.8
Vit. E-acetato tocoferol	113	-	-	-
Vit. A (β -caroteno)	18.9	40.1	-	-

Fuente: Pérez, 2012

D. Pigmentos

Los Carotenoides y xantofilas son un amplio grupo de pigmentos vegetales y animales; se estima, que su producción en la naturaleza alcanza las 100.000.000 de toneladas anuales. Es importante mencionar que la pigmentación está dada necesariamente por estos compuestos liposolubles los cuales se depositan en la fracción insaponificable de la piel, tejido graso o productos como la yema de huevo (Koutsos *et al.*, 2003).

Dentro de los carotenoides podemos distinguir dos grupos: los carotenos y las xantofilas. Los carotenos (β -caroteno y licopeno) son hidrocarburos que han demostrado no tener influencia en la pigmentación con un bajo depósito en el plasma y en la yema de huevo, sin embargo, en dietas que han utilizado como única fuente de pigmento el B-caroteno, se ha logrado aumentar la deposición y entregar una mayor intensidad de pigmentación, principalmente por un efecto de saturación del color (Damron *et al.*, 1984).

Cuadro 9. Carotenoides en diferentes fracciones morfológicas de *Moringa oleífera*.

Carotenoides	Hojas (mg/kg MS)
α -caroteno	6.5
β -caroteno	40.1
Echinenon	n.d.
Fucoxantina	n.d.
Luteina	702
Myxoxantofila	n.d.
Neoxantina	219
Violaxantina	76.5
Zeaxantina	19.4



Xantofila	83.1
Carotenoides	1508
Clorofila	6890

Fuente: Pérez, 2012, nd: no disponible

2.4 Aditivo

Son sustancias que se agregan a otras para mejorar su apariencia o aumentar el valor nutritivo (Blood y Studdert, 1993).

2.4.1 Aditivo alimentario

Es cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características (CODEX STAN 192, 1995).

2.5 Antecedentes

Castaño *et al.*, (2018) evaluó la aplicación de infusión de *Moringa oleífera* en el agua y los efectos causados en los indicadores bioproductivos en estas aves, trabajando en aves híbridas comerciales de la línea L33 de la raza White Leghorn. Por lo cual trabajo con dos tratamientos el primero con infusión en el agua y el segundo sin infusión o control; obteniendo como resultado la evidencia de una diferencia significativa de las medias entre tratamientos favoreciendo a las aves del tratamiento uno en cuanto a la



producción de huevos, no influenciando en el pesaje de los huevos y el peso vivo de las aves durante la experimentación.

Paz (2017) en su estudio realizado en gallinas ponedoras suplementadas con y sin *Moringa oleífera* bajo una dieta isocalórica e isoproteica, concluyó que la suplementación de 7000grs de *Moringa oleífera* a las gallinas ponedoras es muy importante para incrementar la producción de huevos en un 33%. Además, menciona que se reduce la evidencia de huevos rotos en un 33.7%.

Salazar *et al.*, (2017) en su estudio evaluó el efecto de la suplementaria dietética con polvo mixto de plantas medicinales (40 % de *Psidiumguajava* L., 20 % de *Moringa oleífera* Lam., 20 % de *Anacardium occidentale* L. y 20 % de *Morindacitrifolia* L.) en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras, trabajando en gallinas White Leghorn (Híbrido L-33), realizándolo en tres tratamientos (0.5, 1.0 y 1.5%) como suplemento de polvo mixto. Llegando a recomendar el empleo de 1.0% de polvo mixto en las dietas de gallinas ponedoras para incrementar la producción de huevo y el grosor de la cascara.

Babiker, Al- Juhaimi, Ghafoor & Abdoun, (2016) Mencionan que el alto contenido proteico y bajo contenido de compuestos antinutricionales, la moringa es el sustituto ideal de la alimentación regular de los animales de producción, como las tortas de alfalfa y semillas oleaginosas.

Guerrero y Estrada (2016) evaluó la pigmentación en la yema de huevo de gallina de postura en la línea Isa Brown a partir del suministro de harina de *Moringa oleífera*, para lo cual, lo realizo con tres tratamientos: al T2 o testigo le suministraron



alimento concentrado comercial y agua, el T3 le administraron concentrado comercial, agua y harina de Moringa *oleífera* al 5%, en el T3 suministraron concentrado comercial, agua y harina de Moringa *oleífera* al 10%, concluyendo que es un producto que ayuda a la pigmentación de la yema de huevo de manera óptima. Y además no disminuye la postura de las aves utilizadas.

Lu *et al.* (2016) reportaron que el color de la yema aumentó linealmente con el nivel de suplementación de hojas de moringa, debido principalmente a su alta concentración de xantofilas, además observaron efectos positivos en la calidad del huevo, al aumentar la altura de la albúmina y la unidad Haugh en las gallinas de postura en respuesta al aumento de la suplementación de hojas de moringa en la dieta, siendo mayor en huevos de gallina con 10% de inclusión en la dieta comparación a huevos de gallina sin suplementación. Ésta mejora también se observó en las unidades Haugh y la pigmentación de la yema, los cuales se consideran factores importantes para evaluar la calidad de la albúmina y la frescura del huevo. Los autores sugirieron que la suplementación con moringa podría disminuir la tasa de movimiento de agua de la albúmina a la yema, evitando la pérdida de la calidad de la albúmina. La mejora en el color de la yema es atribuida al contenido de antioxidantes en las hojas de moringa, los cuales previenen la producción de radicales libres y en consecuencia daño celular, disminuyendo así la tasa de deterioro de los huevos.

Teteh, Gbeassor *et al.*, (2016) y Kakengi *et al.*, (2007). Hace referencia que el uso de hojas de moringa como aditivo en la dieta de gallinas reproductoras mejora la productividad, la calidad de los huevos para incubar y la disminución de algunos de los lípidos séricos, aumenta la tasa de postura y el peso del huevo; además, la ingesta de



alimento y la relación de conversión de alimento disminuyeron mediante la inclusión al 1% de hojas de moringa.

Respecto a niveles de uso de la *Moringa oleífera*, se ha reportado que a niveles mayores al 10% de adición en la dieta de gallinas ponedoras produce efectos adversos, como aumento en el consumo de alimento y el índice de conversión, la disminución de la producción en masa de huevo, porcentaje de producción de huevos, y el peso del huevo, esto debido principalmente a la baja digestibilidad de la energía y proteína (Kakengi et al., 2007).

Sin embargo, Kaijage *et al.*, (2015), respecto a la calidad del huevo, mencionan que, al adicionar harina de hoja de *Moringa oleífera* en las dietas basadas en la variedad de sorgo de grano de gallinas de postura, mejoró moderadamente el color de la yema de huevo, por lo que su inclusión al 10% se recomienda para minimizar el uso de pigmentos sintéticos en las dietas basadas en sorgo alto en taninos y sorgo bajo en taninos.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar de estudios

El estudio se desarrolló en las Instalaciones del Módulo de Crianza de animales menores de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, cuyas dimensiones del galpón es: L50 x A10, con muro de ladrillos y ventanas cuyas medidas son: L4xh1.; del cual se utilizó un ambiente de L5 x A4 x h2 que se encuentra ubicada en el distrito, provincia y región de Puno, a 3,828 m de altitud, a una latitud Sur de 16° 35' 36'' y longitud Oeste 68° 34' 02'' (SENAMHI, 2010).

3.2 Duración del estudio

El estudio fue realizado en los meses de enero a abril del año 2019, de los cuales, el periodo de acostumbramiento duro 15 días y el experimento propiamente dicho tuvo una duración de 35 días.

3.3 Material de estudios

3.3.1 Materiales de campo

- Agenda y lapiceros de campo
- Cámara fotográfica

3.3.2 Material de laboratorio

- Regla de Vernier de 0-150mm (Vernier Caliper LCD Digital Regla).
- Horno de Laboratorio 120VAC. 60Hz. 1428900 (Marca INOX)
- Lunas de reloj de laboratorio



- Vasos Erlenmeyer

3.3.3 Equipos

- Baterías (baterías de 12 jaulas dispuestas en 2 filas, compuesta de un bebedero general y un comedero por jaula, capacidad de 2 aves/jaula).
- Molino (marca ROSS MANUFACTURING CO. – BROWNSVILLE, TENNESSEE).
- Mezclador (marca ROSS MANUFACTURING CO. BROWNSVILLE, TENNESSEE).
- Balanza digital de 100 kg de capacidad (marca FERTON TCS – A2).
- Balanza digital de precisión de 500 gramos de capacidad (marca DIAMOND modelo 500).
- Balanza digital de precisión de 5,000 gramos de capacidad (marca DIAMOND modelo 1000).

3.3.4 Material biológico

Se utilizaron 48 gallinas, aparentemente de buena salud y en inicio de postura, a las cuales se las identifico aleatoriamente, cuya distribución fue en tres grupos y cada grupo compuesta por 16 aves.

Tabla 2. Numero de aves por tratamiento

Tratamiento	% de aditivo / dieta	N° de aves
T1	0.0% de HH. MO.	16
T2	0.5% de HH. MO.	16
T3	1.0% de HH. MO.	16
Total		48



3.3.5 Dietas

Se realizó la elaboración de tres dietas, una dieta control (alimento que se elabora en el Modulo de Crianza de Animales menores de la FMVZ-UNA) y una dieta en la cual se adiciono 0.5% de *Moringa oleífera* y una dieta con 1.0% de *Moringa oleífera* (Tabla 3).

Tabla 3. Ingredientes para la formulación de dietas para las gallinas de postura Hy Line Brown en etapa de inicio.

Insumos	T1 = 0.0%	T2 = 0.5%	T3 = 1.0%
	HH. MO.	HH. MO.	HH. MO.
Maíz Grano	35.00	35.00	35.00
Soya Afrecho	19.75	19.75	19.75
Polvillo de Arroz	26.70	26.20	25.70
Harina de Pescado	4.00	4.00	4.00
Piedra Caliza	8.80	8.80	8.80
Aceite Vegetal	3.40	3.40	3.40
<i>Moringa Oleífera</i>	-	0.50	1.00
Minerales	1.35	1.35	1.35
Premezcla Vit + Min	0.10	0.10	0.10
Monchack 3at	0.50	0.50	0.50
Sal Común	0.40	0.40	0.40
Total	100.00	100.00	100.00

Tabla 4. Composición de las dietas para las gallinas de postura Hy Line Brown en etapa de inicio.

Nutrientes	T1 = 0.0%	T2 = 0.5%	T3 = 1.0%
	HH. MO.	HH. MO.	HH. MO.
Energ. met. kcal/kg	2,868.58	2,862.94	2,857.31
Proteína c. %	17.10	17.16	17.24
Fibra cruda, %	3.36	3.38	3.41
Cálcio, %	3.95	3.96	3.98
Fosforo, %	0.51	0.52	0.53
Lisina, %	1.04	1.04	1.04
Metionina, %	0.42	0.41	0.41
Cistina, %	0.39	0.38	0.39
Triptófano, %	0.19	0.19	0.19
Valina, %	1.63	1.62	1.61
Treonina, %	0.65	0.64	0.64

Fuente: resultado provisto por el software AEZO – FD II.

3.4 Metodología

3.4.1 Elaboración de las dietas experimentales

En la Formulación de las dietas se utilizó el programa AEZO – FD II, mínimo costo, para lo cual se realizó el ajuste de la composición de los alimentos utilizados de acuerdo a la tabla FEDNA (2008) y para la harina *Moringa oleífera* (Resultados del Laboratorio de Nutrición Animal de la FMVZ-UNA), además, se realizó el ajuste de los requerimientos nutricionales según la etapa de postura.



3.4.2 Preparación de las dietas

- Los insumos fueron adquiridos de las diferentes fuentes de abastos de la ciudad de Puno.
- Los insumos adquiridos fueron pesados según a las cantidades establecidas por software AEZO – FD II.
- Los insumos que necesitaban ser procesados; como en el caso del maíz y la *Moringa oleífera*, fueron molidos en el Molino (marca ROSS MANUFACTURING CO. – BROWNSVILLE, TENNESSEE).
- La mezcla de insumos fue a través del Mezclador (marca ROSS MANUFACTURING CO. BROWNSVILLE, TENNESSEE) durante 8 minutos.
- Unas ves obtenidas las dietas, fueron empacadas y almacenadas para su posterior uso.

3.4.3 Manejo de las gallinas de postura

Las gallinas fueron colocadas en número de 02 por jaula, haciendo un total de 24 aves por batería, teniendo 48 aves en total para el estudio; así mismo, el ambiente donde se aloja a las aves, fueron debidamente acondicionadas, con un sistema de ventilación y manejo de material fecal según el cronograma de limpieza; se le administro agua *ad-livitum* y alimentos según la cantidad sugerida por la guía de manejo Hy-Line, I. (noviembre 2018). Luego de ser acostumbradas en las jaulas, se procedió a los 15 días a realizar el acostumbramiento con las dietas experimentales (T2=0.5% HH. MO. y T3=1.0% HH. MO.), la alimentación con las dietas experimentales fue a 2 veces por día (8:00am y 4:00pm; el manejo sanitario fue según

la guía de manejo Hy-Line, I. (noviembre 2018); la limpieza de comederos, bebederos y bandejas fue en forma diaria.

3.4.4 Determinación del color de cascara

La determinación del color de cascara fue en base a la escala planteada para la Línea Hy Line (www.hyline.com), quien presenta una escala de 5 a 110 (Figura 1), observándose una coloración desde blanco hasta un marrón oscuro o rojizo. Calificado de esta manera cada uno de los huevos obtenidos de cada tratamiento.



Figura 1. Coloración de huevo (www.hyline.com)

3.4.5 Determinación del grosor de la cascara

Se realizó la apertura la cascara del huevo mediante un golpe en el borde de un vaso, para posteriormente hacer el secado de la cascara en una estufa a 60°C por un tiempo de 24 horas, posteriormente se procedió a determinar la medida mediante el uso de una regla de Vernier digital. Las mediciones se realizaron a nivel de línea ecuatorial de la cascara de huevo obteniendo de esta forma los datos correspondientes, siendo registrado y procesados posteriormente.

3.4.6 Determinación del color de la yema

La determinación se realizó bajo la metodología que establece DSM® nutricionales productos (www.dsm.com). Para lo cual, se realizó una comparación visual entre la yema bajo prueba y áreas de una escala de color en forma de abanico, que tiene un rango de calificación de 1 al 15, yendo de un amarillo verdoso hasta un naranja. Primeramente, los huevos se colocaron en una placa Petri con fondo blanco para una mejor apreciación; posteriormente se procedió a comparar con cada una de las hojas del abanico colorímetro de DSM.



Figura 2. Abanico de color de yema de DSM (www.dsm.com)

3.4.7 Determinación del Ph de yema de huevo fresco

Para la determinación del pH se procedió a romper el huevo, separando cuidadosamente la yema de la clara, colocando la yema en un vaso Erlenmeyer, una vez separado la yema, conjuntamente a este proceso se debe calibrar el potenciómetro para que no haya variaciones o resultados sesgados, una vez realizado todas estas acciones se realizó la lectura y a registrar los datos obtenidos.



3.5 Métodos estadísticos

Los datos obtenidos fueron procesados a través del programa Excel 2016 y analizados con el Software Minitab versión 16. Para lo cual, se utilizó el Diseño Completamente al Azar con tres tratamientos y cada uno de ellos con 8 repeticiones; a continuación, se muestra el Modelo Aditivo Lineal.

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

γ_{ij} = Variable de respuesta (Color de la cascara de huevo, grosor de la cascara de huevo, color de la yema de huevo y pH de la yema de huevo fresco)

μ = Promedio general del experimento

τ_i = Efecto del tratamiento (T1= 0.0% de HH. MO., T2 = 0.5% de HH. MO. y T3 = 1.0% de HH. MO.)

ε_{ij} = Efecto del Error Experimental

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Color de la cascara de huevo

La tabla 5, muestra los resultados obtenidos para el color de cascara de huevos de gallinas de la Hy Line Brown criadas en la altura, observándose una mayor pigmentación con los tratamientos con 0.5% de HH. MO. (T2) y 1.0% de HH. MO. (T3) en comparación con el tratamiento con 0.0% de HH. MO. (T1); así mismo, al y análisis estadístico, el ANVA y la prueba de significancia de Tukey, muestran una diferencia significativa a partir de la tercera semana; además, esta diferencia se vuelve muy significativa a partir de la cuarta semana a una probabilidad de $p < 0.05$.

Tabla 5. Efecto del tratamiento sobre el color de cascara de huevo (Tonalidad)

Tratamiento	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	PROM
T1 = 0.0% de HH. MO.	72	74	75 ^b	79 ^b	83 ^b	76 ^a
T2 = 0.5% de HH. MO.	72	77	83 ^a	87 ^a	89 ^{ab}	81 ^b
T3 = 1.0% de HH. MO.	74	77	87 ^a	89 ^a	94 ^a	84 ^b
Probabilidad	0.831	0.487	0.002	0.001	0.006	0.0001

HH. MO. = Harina de moringa *oleífera* ($P < 0.05$) **

El uso de la harina de hojas *Moringa oleífera* como aditivo en la ración de gallinas Hy Line Brown mejora la pigmentación de cascara de huevo, observándose como los valores de tonalidad se incrementan cada semana, obteniéndose en la última semana 94 y 89 de tonalidad con los tratamientos de 0.5% y 1.0% de HH.MO. en comparación con 83 de tonalidad con el tratamiento de 0.0% de HH.MO.



Posiblemente el aditivo habría influido en el mejor aprovechamiento de uno de los nutrientes como sería el caso del hierro ya que según Richter *et al.* (2003), este nutriente es aprovechado y acoplado al grupo hemo a nivel sanguíneo, y una vez que el grupo es degradado da origen a la protoporfirina y biliverdina (Pérez, 2013), las cuales, son depositadas en la cascara a través de las células superficiales de las glándulas calcíferas del oviducto; este proceso de pigmentación permite obtener huevos de color marrón (Odabasi *et al.*, 2007 y Baird *et al.*, 1975), además, se ha observado en estudios que la biliverdina, está en mayor concentración en las cascaras de huevos embrionados, no obstante, nuestros resultados entrarían en conflicto con estudios realizados por Nieves, (2015) quien menciona que la alimentación o sistema de cría no influye en el color de la cascara ni en su intensidad de coloración, otro aspecto que se observo es la no presencia de cascaras con falta de coloración, la cual solo se da en situaciones fuertes de estrés (Zaviezo, 2016), y en el presente estudio se les brindo durante el periodo de estudio un buen confort, a ello también se sumaría el efecto que tiene la Harina de Hojas de *Moringa oleífera* como antidepresivo y el proporcionar sustratos antioxidantes (Viru y Viru, 2001) ambos mecanismos disminuirían el estrés que se habría presentado. Estas premisas y el aprovechamiento del aditivo permiten aumentar la tonalidad de la cascara de huevo, permitiendo obtener un producto con mayor pigmentación, la cual los consumidores la asocian como un producto de mejor calidad (Araneda, 2006), lo cual viene a ser un punto fundamental por la demanda que representa en el mercado (Souza, 2008).), y el porqué de nuestro estudio.

4.2 Grosor de la cascara de huevo

Se observa en la tabla 6, el efecto del tratamiento sobre el grosor de cascara de huevo de las gallinas de la Hy Line Brown criadas en la altura, mostrando un mejor resultado con el tratamiento 3 (1.0% de HH. MO.), mientras los tratamientos 1 (0.5% de HH. MO.) y 0 (0.0% de HH. MO.) son casi similares, mostrando superioridad el primero; a la evaluación estadística, el ANVA y las prueba de significancia de Tukey, muestran un diferencia significativa, a partir de la segunda semana a una probabilidad de $p < 0.05$.

Tabla 6. Efecto del tratamiento sobre el Grosor de cascara (Milímetros)

Tratamiento	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	PROM
T1 = 0.0% de HH. MO.	0.43	0.43 ^c	0.44 ^c	0.45 ^c	0.47 ^b	0.45 ^a
T2 = 0.5% de HH. MO.	0.43	0.45 ^b	0.47 ^b	0.48 ^b	0.48 ^b	0.46 ^b
T3 = 1.0% de HH. MO.	0.43	0.46 ^a	0.49 ^a	0.49 ^a	0.51 ^a	0.48 ^c
Probabilidad	0.615	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0001

HH. MO. = Harina de moringa *oleífera* ($P < 0.05$) **

Lo descrito muestra un incremento en el grosor de la cascara durante a partir de la segunda semana hasta la quinta semana; sin embargo, en la última semana se observa la superioridad del T3(1.0% de HH.MO.) en comparación con los T2 (0.5% de HH.MO.) y T1 (0.0% de HH.MO.), los resultados obtenidos son superiores al promedio de 0.35mm mencionado por (Castello *et al.*, 2010), además de estar dentro de los valores referenciales mencionados por García (2017).

Los resultados de nuestro estudio nos permiten observar el aprovechamiento del Ca presente en la harina de *Moringa oleífera*, el aditivo al



ser adicionado mejoraría la absorción de Ca a nivel del intestino delgado (Cuca, 2005), este mineral es transportado por vía sanguínea (Gairal, 2015) para cubrir con las necesidades en el ave (Lozano, 2015), finalmente se realizara la deposición del Calcio a nivel de la glándula de la cascara, depositándose como Carbonato de Calcio (Troncoso y Rodríguez, 2014), dentro de este proceso juega un papel importante la calidad de aminoácidos presentes en el aditivo que utilizamos, debido a que la *Moringa oleífera* es rica en lisina la cual es de fácil digestión (Traoré *et al.*, 2013), este aminoácido intervine en la absorción de calcio (Hugo *et al.*, 2011) el cual va ser utilizado para la formación de la cascara; nuestro estudio nos permite entender un poco más sobre la calidad de nutrientes que tiene la *Moringa oleífera*, esta seria probablemente la razón del porque no obtuvimos huevos blandos o menores a 0.30mm (Sear *et al* 2017) corroborando los resultados de Paz (2017) y Salazar *et al.*, (2017), solo huevos superiores a este valor, por lo cual, se obtuvo un producto con una gruesa cascara, resistente a fracturas y perdida de su integridad interna, haciendo frente a la problemática mencionada por Guerra y molina (2016) en el transporte.

4.3 Color de la yema de huevo

En la tabla 7, se muestra los resultados sobre la pigmentación de yema de huevos de gallinas Hy Line Brown criadas en la altura, obteniéndose mejor color de yema con el tratamiento 3 (1.0% de HH. MO.) en comparación con los tratamientos 1 (0.5% de HH. MO.) y 0 (0.0% de HH. MO.); así mismo, estos dos últimos tratamientos son similares; además, en el análisis estadístico, el ANVA y las pruebas de significancia de Tukey, se observa un diferencia altamente significativa a partir de la segunda semana a una probabilidad $p < 0.05$.

Tabla 7. Efecto del tratamiento sobre la coloración de yema (Escala DSM)

Tratamiento	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	PROM
T1 = 0.0% de HH. MO.	4	5 ^c	5 ^b	5 ^b	5 ^b	4 ^a
T2 = 0.5% de HH. MO.	4	5 ^b	5 ^b	5 ^b	5 ^b	5 ^a
T3 = 1.0% de HH. MO.	5	6 ^a	6 ^a	6 ^a	6 ^a	6 ^b
Probabilidad	0.848	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0001

HH. MO. = Harina de moringa *oleífera* (P<0.05) **

Lo descrito muestra una pigmentación mayor con el tratamiento 3 (1.0% de HH. MO.), reportando un valor de 6 en la última semana de estudio, en comparación al valor de 5 en coloración de los tratamientos 1 (0.5% de HH. MO.) y 0 (0.0% de HH. MO.).

Ello permite ver el efecto de la HH.MO. sobre la coloración de yema, mostrando como es la influencia del alimento y de nuestro aditivo sobre la coloración de la yema, observándose que no se logró tener la pigmentación deseada, pues esta no llegó a la escala de 8 en la valoración de la DSM, sin embargo, si se nota la ayuda a la pigmentación según a lo mencionado por Guerrero y Estrada (2016) y Lu *et al.*, (2016), tal como se observa en el comportamiento del T3 (1.0%) y corroborando a lo mencionado por Kaijage *et al.*, (2015), no obstante, las escalas obtenidas están dentro del rango de los defectos menores (color de yema entre 4 - 7), por lo cual nuestro estudio estaría brindando información sobre el comportamiento de la deposición de las xantofila en la yema, este pigmento presente en la *Moringa Oleífera*, se encuentra en buena cantidad y en menor proporción estaría los β -caroteno (Pérez,2012), ambos pigmentos son depositados en la yema de huevo (Koutsos *et al.*, 2003), siendo las xantofilas el principal pigmento que va estar en el fluido de la yema (USDA, 2000), a ello también se tiene que mencionar que las aves de color marrón

depositan más xantofilas debido a su mayor consumo de alimento; en base a lo mencionado podemos decir que a mayor porcentaje de HH.MO. se obtendría una mayor escala de pigmentación y brindar una yema de escala mayor a 7.

4.4 pH de la yema de huevo fresco

Se observa en la tabla 8, que los resultados obtenidos para el pH de yema de huevo fresco en las gallinas Hy Line Brown criadas en la altura, muestran una mínima diferencia en la primera semana, y siendo similares a partir de la segunda semana hasta la última; así mismo, en el análisis estadístico, el ANVA y las pruebas de significancia de Tukey, no se observa una diferencia significativa a una $p < 0.05$.

Tabla 8. Efecto del tratamiento sobre el pH de la yema fresca.

Tratamiento	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	PROM
T1 = 0.0% de HH. MO.	6.04 ^a	6.04	6.04	6.04	6.03	6.04
T2 = 0.5% de HH. MO.	6.01 ^{ab}	6.03	6.06	6.04	6.03	6.04
T3 = 1.0% de HH. MO.	6.02 ^b	6.04	6.04	6.04	6.03	6.04
Probabilidad	0.056	0.796	0.086	0.894	0.726	0.9212

Hna. MO = Harina de moringa *oleífera* ($P < 0.05$) N.S.

Nuestros resultados obtenidos, muestran el efecto de la adición de harina de la hoja de *Moringa Oleífera* como aditivo en la dieta de las aves sobre el pH de la yema de huevo fresco, no causa cambios sobre este parámetro, observándose que los valores de pH se encuentran dentro del rango de aceptabilidad, tal como se muestra en el rango establecido por García (2017), el estudio estaría dando a conocer que la HH.MO. no tiene efecto sobre el pH de la yema de huevo fresco, en



el estudio no se observó si este pH cambia a las 48 horas y si la HH.MO. tiene efecto favorable o desfavorable en este tiempo tal como ocurre en los estudios de Ajenjo (1980)



V. CONCLUSIONES

- La inclusión de 1.0% de Harina de hoja de *Moringa oleífera* como aditivo permite obtener una buena pigmentación de color y grosor de cascara de huevo.
- La inclusión de 1.0% de Harina de Hoja de *Moringa oleífera* como aditivo permite una mejor pigmentación de la yema de huevo fresco, mientras que no modifica el Ph entre los tratamientos de 0.0% de HH.MO., 0.5% de HH.MO. y 1.0% de HH.MO.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre los beneficios del uso de la *Moringa Oleífera* como aditivo en la dieta de las aves de postura sobre las características y parámetros de calidad del huevo.
- Estudiar el comportamiento del pH de la clara y yema en huevos almacenados de gallinas en postura alimentadas con dietas que contengan como aditivo la *Moringa Oleífera*.
- Realizar estudios sobre distintas partes de la planta *Moringa oleífera* como posibles aditivos en las dietas de aves de postura y otras.
- Realizar estudios con tiempos más prolongados en el uso de la *Moringa oleífera* como aditivo en la elaboración de dietas de aves de postura.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACPA (2010). Asociación Cubana de Producción Animal. Anual Convención en Boston. Artículos técnicos.
- Alvares (2020) Evaluación de calidad de huevo comercial en gallinas de post muda forzada suplementadas con cuatro niveles de calcio en forma de talco y granulado. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Escuela de Zootecnia.
- Agricultura familiar (2014). *INIA Divulga*, 22. Recuperado el 28 de noviembre de 2015.
- AGRODESIERTO (2006). Moringa (*Moringa oleífera*). Programas Agroforestales. Consulta en Internet en 2006, en <http://www.agrodesierto.com>.
- Ajenjo, C. (1980) Enciclopedia de la inspección veterinaria y análisis de los alimentos. España, Espasa-Calpe. p 965 – 990.
- Alvares A.B. (2016) Valor Nutricional de la *Moringa oleífera*. Mito o Realidad. Sistematización de experiencias prácticas de investigación e intervención. Universidad San Francisco DE Quito USFQ Colegio de Ciencias e Ingenierías. Título de Pre grado. Quito.
- Anwar, F. y Bhangar, M. (2003). Analytical characterization of *Moringa oleífera* seed oil grown in temperate regions of Pakistan. *Journal of Agricultural y Food Chemistry* 51, 6558-6563.
- Araneda R.P. (2006) Percepción de calidad de huevo vista por un grupo de consumidores del Gran Santiago. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Departamento de Medicina Preventiva Animal.
- Arrue (2018) Evaluación de un blend nutricional en la calidad del huevo de un sistema intensivo de gallinas de postura. Pontifice Universidad Catolica de Chile Facultad



- de Agronomía e Ingeniería Forestal Dirección de Investigación y Posgrado.
Magister en Sistemas de Producción Animal. Santiago de Chile.
- Beaumont, C., Calenge, F., Chapuis, H., Fablet, J., Minvielle, F., Tixier-Boichard, M.
(2010) Génétique de la qualité de l'oeuf. INRA Prod. Anim, 23(2): 123-132.
- Becerril, G.M. (1988). Efecto pigmentante de luteína capsantina en aves. Síntesis
Avícola. 6(10):26-31.
- Blas, C, G. Gonzalez. (1991). Nutrición y Alimentación de Gallinas Ponedoras. 1° Ed.
Ediciones Mundiprensa, Editorial Aedos, Madrid.
- Blood D.C. y V. Studdert (1993) Diccionario Veterinario. Editorial McGRAW – Hill –
Interoamericana de España. Primera Edición. ISBN:84-486-0021-5. Madrid –
España.
- Butcher, G.D.; Miles R.D. (2003). Factors causing poor pigmentation of brown-shelled
eggs. VM94 University of Florida. Institute of Food and Agricultural Science
Extension. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/vm047>.
- Buxadé, C. (2000). La gallina ponedora: sistemas de explotación y técnicas de
producción. 2ª Edición. Ed: Mundi-Prensa. Madrid. 639 pp.
- Cannavan, A.; Ball, G.; Kennedy, G. (2000). Nicarbazin contamination in feeds as a
cause of residues in eggs. Food Additives and Contaminants, 17: 829-836.
- Castaño R., J. E. Chiroque, Brian V. García (2018) Efectos de la infusión de *Moringa
oleífera* en los indicadores bioproductivos de gallinas ponedoras. REDVET Rev.
Electrón. vet. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>. 2018 volumen 19 N° 3 -
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030318.html>. Efectos de la infusión
de *Moringa oleífera* en los indicadores bioproductivos de gallinas
ponedoras <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030318/031827.pdf>. RED
VET - Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504.



- Castañeda (2018) Desarrollo de un sistema de producción de huevo ecológico en la isla Caño del Oro Bolívar. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Programa de Zootecnia. Tesis de Pregrado. CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.
- Castelló, J.A; Barragán, J.I.; Borroeta, A.C.; Calvet, S. (2010). Producción de huevos. Real Escuela de Avicultura. Barcelona. 575 pp.
- Chavesta NLY. (2018) Harina DE Hojas DE Moringa (*Moringa Oleifera*) en el Crecimiento DE Cuyes (*Cavia Porcellus*) en Lambayeque. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” Facultad de Ingeniería Zootecnia Centro de Investigación Pecuaria. Tesis de Pre grado. Lambayeque -Perú.
- CODEX STAN 192 (1995). Norma General para los Aditivos Alimentarios Codex Stan 192-1995. Codex alimentarius. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Organización Mundial de la salud.
- Correa H. (2009). Ritmos circadianos en el metabolismo del calcio en aves de postura. Medellin, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Chávez I., Sánchez D., Galindo J., Ayala Ayala., Duifhuis T., Ly J. (2019) Efecto de oligofruktosa de agave en dietas de gallinas ponedoras en la producción de huevos. Revista MVZ Córdoba. 2019; 24(1):7108-7112. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1522>.
- Cuca M. (2005). Estudios recientes con calcio en gallinas de postura. Artículo Técnico, Programa de Ganadería, IREGEP, Montecillo, México. Recuperado el 11 de marzo de 2019, de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/estudios-recientes-con-calcio-t26033.htm>



- Damron, B.L., S.R. Goodson, R.H. Harms, D.M. Janky and H.R. Wilson. (1984). Beta-carotene supplementation of laying hen diets. *British Poul Sci.* 25 (2):349-352.
- Dekalb poultry research, Inc. (1994) Dekalb Delta Pullet e layer management guide. 3^o edition.
- Del Rio D, Stewart A, Pellegrini N. (2005). A review of recent studies on malondialdehyde 4 as toxic molecule and biological marker of oxidative stress. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 15:316-328. doi: 10.1016/j.numecd.2005.05.003
- DSM. (2016). Egg yolk pigmentation guidelines. En: [http:// www.dsm.com./](http://www.dsm.com/) (Consulta: 4 de febrero de 2016).
- FAO. (2009). Análisis de la alimentación y la agricultura mundiales. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. p 3-25.
- Fearne, A. y La Velle D. (1996). Segmenting the UK egg market: results of a survey of consumer attitudes and perceptions. *British Food Journal* 98:7-12.
- García CE. (2017) Evaluación de la calidad del huevo. WEBINAR # 30. PRONAVICOLA
- Gil, P. Barroeta A. Garcés, C. (2016). El huevo como alimento funcional y sus componentes. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible On line http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/173-huevo_como_alimento.pdf . Consultado el 18 de mayo de 2018. 6 p.
- Guerrero D.A., M. F. Estrada (2017) Incorporación de harina de Moringa Oleifera en 3 niveles 0%, 5%, 10%, como suplemento paradieta alimenticia para gallinas ponedoras de la línea isa brown en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente. Plan de estudios



Tecnología en Producción Agropecuaria Ocaña Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Tesis de grado.

Guerra JL. y RG. Molina (2016) Evaluación de la calidad del huevo procedente de tres distribuidoras como propuesta para estandarización de parámetros de calidad del mercado Hondureño. Escuela Agrícola Panamericana, Título de pregrado. Zamorano –Honduras.

Halaj, M.; Benkova, J.; Baumgartner, J. (1998). Parameters of hen egg quality in various breeds and strains. *Czech Journal of Animal Science*, 43: 375-378.

Haq, I., Mahmood, K., & Mugal, T. (2010). Moringa oleifera: A natural gift-A review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2(11), 775-781.

Hugo, A., Masika, P., Moyo, B., & Muchenje, V. (2011). Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, 10(60), 12925-12933.

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

Hy-Line, I. (Noviembre 2018). Ponedoras Comerciales Hy Line. *Hy – Line*.

Hunton, P. (1981). ¿Por qué huevos marrones? *Shaver Focus*, 10: 2-4.

Kakengi, A., Kaijage, J, Sarwatt, S, Mutayoba, S, Shem, M, & Fujihara, T. (2007). Effect of Moringa oleifera leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania. *Livestock Research for Rural Development*, 19.

Instituto de Estudio del Huevo (2002). Lecciones del Huevo. Instituto de Estudio del Huevo. Torreangulo Arte Gráfico, S. A. [www. institutohuevo.com](http://www.institutohuevo.com). Madrid – España.



- Instituto de Estudio del Huevo (2009) El gran libro del Huevo. Madrid, Editorial Everst.
- Koutsos, E.A., A. Clifford, CH.C. Calvert and K.C. klasing. (2003). Maternal carotenoid status modifies the incorporation of dietary carotenoids into immune tissues of growing chickens (*Gallus gallus domesticus*). J. Nutr. 133: 1132-1138.
- López (2019) Industrialización de la moringa aplicada a las condiciones climáticas de Piura. Perú. 2019. Universidad Nacional de Piura. Facultad de Ingeniería Industrial. Escuela profesional de Ingeniería Industrial. Tesis de pregrado. Piura – Perú.
- Lozano Veintimilla, C. A. (2015). Evaluación de diferentes niveles de calcio en la alimentación de gallinas ponedoras de la línea Isa Brown y su efecto sobre la calidad del huevo. Tesis de grado para la obtención de médico veterinario 32 y zootecnista. Recuperado el 10 de marzo de 2019, de [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10261/1/Cristian%20An1264 %C3%ADbal%20Lozano%20Veintimilla.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10261/1/Cristian%20An1264%20%20C3%ADbal%20Lozano%20Veintimilla.pdf)
- Lu, W., Wang, J, Zhang, H, Wu, S, & Oi, G. (2016). Evaluation of Moringa oleifera leaf in laying hens: Effects on laying performance, egg quality, plasma biochemistry and organ histopathological indices. Italian Journal of Animal Science, 15(4), 658-665.
- Mamani E. A. (2014). Efecto de la Harina de Hojas de Pisonay (*Erythrina Sp*) en la Coloración de la yema de huevo en gallinas de postura Hy Line Brown. Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Facultad de Medicina de Veterinaria y Zootecnia. Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Martín J. (2005). Alimentación de la Pollita y la Ponedora Comercial. Disponible en www.avicultura.com. Recuperado 10/09/2011.
- Martinez, R. D. (1987). Gallinas ponedoras editorial albatros, Buenos Aires Argentina.



- Makkar, H. y Becker, K. (1997). Nutrients and ant quality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *Journal of agriculture science, Cambridge* 128.311- 1171 332.
- Melesse, A., Y. Getye, K. Berihun y Banerjee, S. (2013). Effect of feeding graded levels of *Moringa stenocephala* leaf meal on growth performance, carcass traits y some serum biochemical parameters of Koekoek chickens. *Livestock Science* 157, 498-505.
- Mertens, K.; Bain, M.; Perianu, C.; De Baerdemaeker, J.; De Decuypere, E.; Ketelaere, B. (2010). Qualité physico-chimique de l'oeuf de table. In: Nau F, Guérin-Dubiard C, Baron F (Ed.), *L'oeuf et les ovoproduits - Science et technologie Tome I Production et qualité de l'oeuf*. Lavoisier, Editions Tec & Doc.
- Mc DONALD, P. (2006). *Nutrición Animal*. Sexta edición. 100-102.
- Mills, A.D.; Nys, Y.; Gautron, J.; Zawadski, J. (1991). Whitening of brown shelled eggs: Individual variation and relationships with age, fearfulness, oviposition interval and stress. *Poultry Science*, 32: 117–129.
- Moyo et al. (2011) Nutritional characterization of *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam. *Revista Africana* 62 de Biotecnología
- Nieves A. (2015) *Control y manejo de huevos y pollos recién nacidos en la explotación avícola*. Editorial Eleaming. SL.
- <https://books.google.com.pe/books?id=12BWDwAAQBAJ&pg=PA10&lpg=PA10&q=glandulas+calciferas+en+el+uteroy+oviducto+de+las+aves&source=bl&ots=YzvLEzG87a&sig=ACfU3U1uG5PPXDbnHKRof7ITzs6WI2ZajQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiIu96I2uLsAhUivlkKHVnMAHgQ6AEwEnoECAEQAg#v=onepage&q=glandulas%20calciferas%20en%20el%20uteroy%20oviducto%20de%20las%20aves&f=false>



- North, M. (1993). Manual d Producción Avícola 2° edición Editorial El manual moderno, 1191 S.A. de C.V. México, D, F. 1192 60
- North, m., D. Bell. (1993) Manual de Producción Avícola. Tercera Edición. Editorial el 1193 Manual Moderno. México. 1194
- North, M. y Donald D. B. (1998). Manual de producción avícola, tercera edición. Editorial 1195 El Manual Moderno, S.A. de C.V. México, D.C. Santa fe de Bogotá. pag 325-1196 332, 794,271. 1197.
- Nys, Y.; Hincke, M.T.; Hernandez-Hernandez, A.; Rodriguez-Navarro A.B.; Gomez-Morales, J.; Jonchère, V.; Garcia-Ruiz, J.M.; Gautron, J. (2010). Structure, propriétés et minéralisation de la coquille de l'oeuf: rôle de la matrice organique dans le contrôle de la fabrication. INRA Prod. Anim., 23 (2): 143-154.
- Ochoa, J. (2011). El Sector Avícola. Reunión de Expertos Sobre Política de Competencia y Funcionamiento de Mercados en Centroamérica y México. México D.F. CEPAL. 27 p.
- Odabasi, A.Z.; Miles, R.D.; Balaban, M.O.; Portier, K.M. (2007). Changes in brown 1206 eggshell color as the hen ages. Poultry Science, 86: 356-363.
- Ortega R. (2002) El huevo en la alimentación. Importancia nutricional y sanitaria. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.
- Ortiz, A.; Mallo, J.J. (2013). Factores que afectan la calidad de la cáscara. Actualidad Avipecuaria, pp.18-19. En: <https://norel.net/es/> (Consulta: 29 de febrero de 2017).
- Palacios y Solís (2018) Evaluación del efecto de la Moringa oleífera y Valeriana officinalis como aditivos naturales en pollos de engorde de 0 a 6 semanas, en el periodo comprendido de noviembre-diciembre del 2017 en la finca El Pegón ubicada 1km al este carretera a La Ceiba, departamento de León. Universidad



- Nacional Autónoma de Nicaragua. UNAN – LEON. Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias Medicina Veterinaria. Leon – Nicaragua.
- Paz, A. (2017). Producción de gallinas ponedoras suplementadas con o sin *Moringa oleifera* bajo una dieta isocalórica e isoprotéica. Universidad Rafael Urdaneta Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Ingeniería de Producción Animal. Maracaibo.
- Perez A. (2013) Determinación de compuestos organoclorados y porfirinas en huevos de pagaza piconegra. Master Universitario en Investigación Básica y Aplicada en Recursos Cinegeticos. Trabajo de finde Master. Curso 2012-2013.
- Pérez, C. (2012). Trabajo de Fin de Carrera: *Moringa oleifera*, especie forestal de usos múltiples. Revisión bibliográfica. E.U.I.T. Forestal (U.P.M.). Madrid.
- Producción y Comercialización de Productos Avícolas (2019). Boletín Estadístico Mensual de la Producción y Comercialización de Productos Avícolas. Diciembre – 2019. Ministerio de Producción. Lima – Perú.
- Radwan NL, Hassan RA, Qota EM, Fayek HM, (2008). Effect of natural antioxidant on oxidative stability of eggs and productive and reproductive performance of laying hens. *Int J Poult Sci* 7: 134-150. doi: 10.3923/ijps.2008.134.150.
- Richter, N., P. Sidhuraju y Becker, K. (2003). Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera*) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), *Aquacultur* 217 Pp 599-611.
- Rivera C.M. (2015). Evaluación de tres niveles de un aditivo multifuncional (AMF) en 1226 dietas de gallinas ponedoras hy line brown. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1227 Facultad de Zootecnia Departamento Académico de Nutrición. Tesis de Pre grado. 1228 Lima – Perú.



- Rodríguez, I.; Campos, E.; Delgado, Y.; Torres, A.; Osechas, D. (2006). Efectos nutricionales y pigmentantes de la harina de hojas de leucaena y la lemna en la yema de huevo. *Mundo Pecuario*, 2: 42-44.
- Rodríguez, V., y Magro, S. (2008). *Bases de la Alimentación Humana*. Coruña, España: 1230 NETBIBLO S.A.
- Saer, S.A.; Causillas, C.A.; Blanco, N. (2017). ¿Por qué es importante valorar la calidad del huevo? *Actualidad Avipecuaria*. En: <https://Actualidadavipecuaria.com/> (Consulta: 20 de agosto de 2017).
- Salazar I., Y. Martínez; R. Rodríguez; C. Olmo; R. Aroche; G. Pupo; O. Rosabal; Dairon Más Toro (2017). Efecto de la suplementación dietética con polvo mixto de plantas medicinales en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras. *Rev. prod. anim.*, 29 (3), 1-5, 2017. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Granma, Cuba.
- Sevilla, M.S. (2015). *Calidad y manejo de huevo para plato*. Monografía de la Universidad Autónoma Antonio Narro, México
- Shimada, M. (2003). *Nutrición animal*. 1era ed. Editorial trillas México.
- Souccar, T. (2001). *La revolución de la vitaminas. 365 tratamientos naturales para prescindir de los medicamentos* (2nd ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Souza, R. (2008). *La comercialización de los huevos*. *Selecciones Avícolas*. p, 35,39. En: <https://seleccionesavicolas.com/> (Consulta: 20 de agosto de 2017).
- Tapia, A., Negrín, B, & Gonzales, J. (2016). Comportamiento productivo de gallinas 1227 ponedoras alimentadas con harina de Moringa oleífera. V Congreso Internacional 1228 de Producción Animal Tropical. Cuba



- Traoré, A., Savadogo, A., Zongo, U., & Zoungrana, U. (2013). Nutritional and Clinical Rehabilitation of Severly Malnourished Children with Moringa oleifera Lam. Leaf Powder in Ouagadougou (Burkia Faso). *Scientific Research*, 4, 991-997.
- Troncoso, H.; Rodríguez, S.D. (2014). Síntesis del huevo y formación del cascarón. Sitio argentino de producción animal. *Bmeditores*, 74:1-4. En: <http://www.produccion-animal.com.ar/> (Consulta: 30 de junio 2018).
- USDA (2000) Egg-Grading Manual. Washington D.C.
- USDA (2013) Biology of eggs. Washington D.C.
- Vaca, L. (2003). Producción avícola. Edit. Universidad Estatal a Distancia (EUNED), San José, Costa Rica. 260 p.
- Valdez, J. (2012). *Moringa oleifera en la alimentacion animal*. Recuperado el 6 de diciembre de 2015, de zoovaldez.blogspot.com: <http://zoovaldez.blogspot.com/2012/07/moringa-oleifera-en-alimentacion-animal.html>.
- Vargas A., (2018), Calidad de cascara de huevo de gallinas novogen Brown, suplementadas con metabolitos de citrum alpha D3, minerales organicos, inorgánicos y probioticos; tesis UNAMBA, Abancay Peru.
- Viru, A., y Viru, M. (2001). *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Weeb R. y G. Fernández (2015), Anuario Estadístico Perú en Números 2015 – estadística del progreso. Primera Edición. Biblioteca Nacional del Perú. ISBN: 978-9972-869-19-8. Lima – Perú.
- Wei, R., J.J. Bitgood, (1989). A new objective measurement of eggshell color. A test for 1259 potential usefulness of two color measuring devices. *Poultry Science*, 69: 1175-1780. 1260



www.hyline.com “Seleccionado para una Superior Calidad del Huevo Marrón” y “la
1261 Ciencia de la calidad de Huevo.

[www.dsm.com“https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/carophyll_guidelines_amended_SPAN_web.pdf”](https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/carophyll_guidelines_amended_SPAN_web.pdf)

Zambrano R.V. (2018) Rendimiento productivo de gallinas ponedoras alimentadas con
harina de yuca (manihot esculenta) y manano oligosacárido. Universidad
Nacional Agraria La Molina. Escuela de Posgrado. Tesis de posgrado. Lima –
Perú.



ANEXOS

REGISTRO DE COLOR DE CASCARA DE HUEVO					
N°	Sem	Fecha	T0 = 0.0 % HH.MO	T1 = 0.5 % HH.MO	T2 = 1.0 % HH.MO
1	1	4/02/2019	71	71	73
2		5/02/2019	72	73	74
3		6/02/2019	73	74	75
4		7/02/2019	73	73	74
5		8/02/2019	74	74	75
6		9/02/2019	73	71	74
7		10/02/2019	74	74	75
8	2	11/02/2019	73	76	74
9		12/02/2019	74	75	76
10		13/02/2019	73	76	76
11		14/02/2019	74	77	78
12		15/02/2019	75	78	77
13		16/02/2019	75	79	79
14		17/02/2019	76	79	80
15	3	18/02/2019	75	79	82
16		19/02/2019	74	81	83
17		20/02/2019	75	82	85
18		21/02/2019	76	83	88
19		22/02/2019	77	84	91
20		23/02/2019	76	85	90
21		24/02/2019	77	86	91
22	4	25/02/2019	78	86	90



23		26/02/2019	77	85	87
24		27/02/2019	79	86	89
25		28/02/2019	78	87	87
26		1/03/2019	79	88	88
27		2/03/2019	79	88	89
28		3/03/2019	80	90	90
29	5	4/03/2019	81	89	93
30		5/03/2019	80	88	94
31		6/03/2019	82	89	93
32		7/03/2019	82	87	94
33		8/03/2019	84	88	95
34		9/03/2019	85	89	95
35		10/03/2019	86	90	96

REGISTRO DE GROSOR DE CASCARA DE HUEVO					
N°	Sem	Fecha	T0 = 0.0 % HH.MO	T1 = 0.5 % HH.MO	T2 = 1.0 % HH.MO
1	1	5/02/2019	0.42970	0.43257	0.43257
2		6/02/2019	0.42981	0.43265	0.43268
3		7/02/2019	0.42996	0.43273	0.43273
4		8/02/2019	0.43000	0.43284	0.43285
5		9/02/2019	0.43011	0.43299	0.43294
6		10/02/2019	0.43019	0.43309	0.43305
7		11/02/2019	0.43023	0.43312	0.43320
8	2	12/02/2019	0.43085	0.43856	0.44111
9		13/02/2019	0.43100	0.44000	0.45272



10		14/02/2019	0.43137	0.44451	0.46142
11		15/02/2019	0.43145	0.44514	0.46748
12		16/02/2019	0.43161	0.44687	0.47145
13		17/02/2019	0.43182	0.44888	0.47603
14		18/02/2019	0.43193	0.44999	0.47981
15	3	19/02/2019	0.43245	0.45140	0.48937
16		20/02/2019	0.43371	0.46467	0.48999
17		21/02/2019	0.44201	0.46574	0.49000
18		22/02/2019	0.44325	0.46647	0.49001
19		23/02/2019	0.44498	0.46712	0.49011
20		24/02/2019	0.44615	0.46845	0.49021
21		25/02/2019	0.44747	0.46910	0.49031
22	4	26/02/2019	0.44798	0.47748	0.49045
23		27/02/2019	0.44814	0.47821	0.49061
24		28/02/2019	0.44999	0.47867	0.49162
25		1/03/2019	0.45345	0.47874	0.49300
26		2/03/2019	0.45578	0.47890	0.49417
27		3/03/2019	0.45679	0.47898	0.49460
28		4/03/2019	0.45789	0.47900	0.49555
29	5	5/03/2019	0.45851	0.47902	0.49715
30		6/03/2019	0.46780	0.47917	0.50138
31		7/03/2019	0.46801	0.47967	0.51291
32		8/03/2019	0.47900	0.48000	0.51499
33		9/03/2019	0.48000	0.48001	0.51674
34		10/03/2019	0.48874	0.48101	0.51784
35		11/03/2019	0.48791	0.48110	0.51899



REGISTRO DE COLOR DE YEMA DE HUEVO					
N°	Sem	Fecha	T0 = 0.0 % HH.MO	T1 = 0.5 % HH.MO	T2 = 1.0 % HH.MO
1	1	4/02/2019	4	3	3
2		5/02/2019	4	4	4
3		6/02/2019	4	4	4
4		7/02/2019	4	4	4
5		8/02/2019	4	4	5
6		9/02/2019	4	5	5
7		10/02/2019	4	5	5
8	2	11/02/2019	4	4	5
9		12/02/2019	4	4	5
10		13/02/2019	4	4	6
11		14/02/2019	4	5	6
12		15/02/2019	4	5	6
13		16/02/2019	4	5	6
14		17/02/2019	4	5	6
15	3	18/02/2019	4	5	6
16		19/02/2019	4	5	6
17		20/02/2019	4	5	6
18		21/02/2019	4	5	6
19		22/02/2019	4	5	6
20		23/02/2019	4	5	6
21		24/02/2019	4	5	6
22		25/02/2019	5	5	6



23	4	26/02/2019	5	5	6	
24		27/02/2019	5	5	6	
25		28/02/2019	5	5	6	
26		1/03/2019	5	5	6	
27		2/03/2019	5	5	6	
28		3/03/2019	5	5	6	
29		5	4/03/2019	5	5	6
30			5/03/2019	5	5	6
31	6/03/2019		5	5	6	
32	7/03/2019		5	5	6	
33	8/03/2019		5	5	6	
34	9/03/2019		5	5	6	
35	10/03/2019		5	5	6	

REGISTRO DE pH DE HUEVO FRESCO					
N°	Sem	Fecha	T0 = 0.0 % HH.MO	T1 = 0.5 % HH.MO	T2 = 1.0 % HH.MO
1	1	4/02/2019	6.030	6.010	6.026
2		5/02/2019	6.032	6.012	6.027
3		6/02/2019	6.035	6.014	6.027
4		7/02/2019	6.039	6.015	6.028
5		8/02/2019	6.042	6.015	6.029
6		9/02/2019	6.045	6.016	6.030
7		10/02/2019	6.047	6.016	6.033
8	2	11/02/2019	6.040	6.033	6.035



9		12/02/2019	6.040	6.034	6.037
10		13/02/2019	6.041	6.034	6.040
11		14/02/2019	6.042	6.035	6.042
12		15/02/2019	6.042	6.037	6.043
13		16/02/2019	6.042	6.037	6.046
14		17/02/2019	6.043	6.039	6.047
15	3	18/02/2019	6.035	6.050	6.038
16		19/02/2019	6.035	6.063	6.039
17		20/02/2019	6.035	6.065	6.041
18		21/02/2019	6.035	6.070	6.046
19		22/02/2019	6.036	6.065	6.039
20		23/02/2019	6.036	6.062	6.045
21		24/02/2019	6.037	6.072	6.042
22	4	25/02/2019	6.038	6.041	6.041
23		26/02/2019	6.039	6.041	6.045
24		27/02/2019	6.042	6.038	6.040
25		28/02/2019	6.043	6.039	6.048
26		1/03/2019	6.045	6.035	6.051
27		2/03/2019	6.047	6.038	6.048
28		3/03/2019	6.048	6.039	6.049
29	5	4/03/2019	6.027	6.030	6.027
30		5/03/2019	6.029	6.032	6.027
31		6/03/2019	6.030	6.030	6.030
32		7/03/2019	6.030	6.035	6.029
33		8/03/2019	6.031	6.038	6.028
34		9/03/2019	6.037	6.037	6.027

35	10/03/2019	6.035	6.035	6.024
----	------------	-------	-------	-------

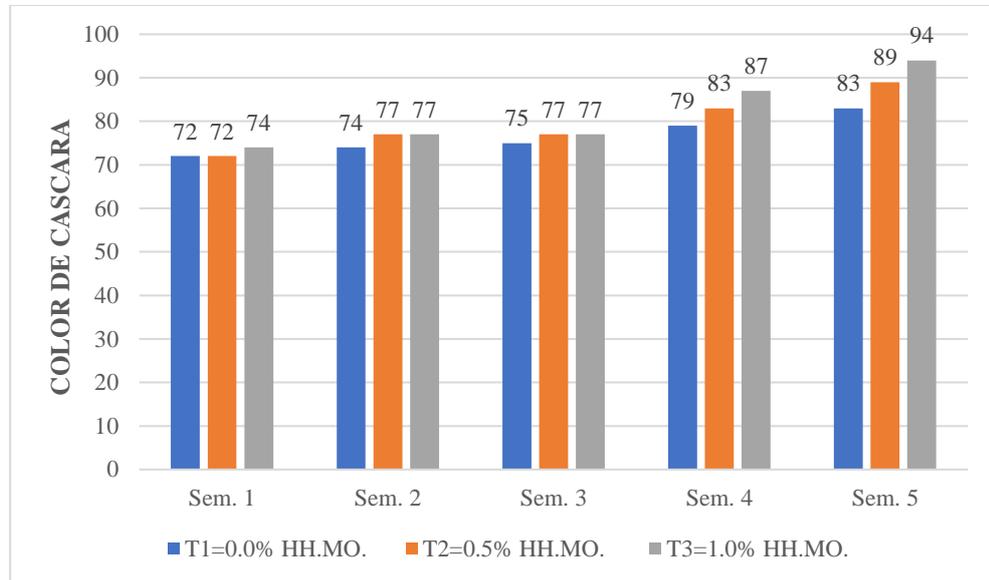


Figura 3. Color de la cascara de huevo por semana.

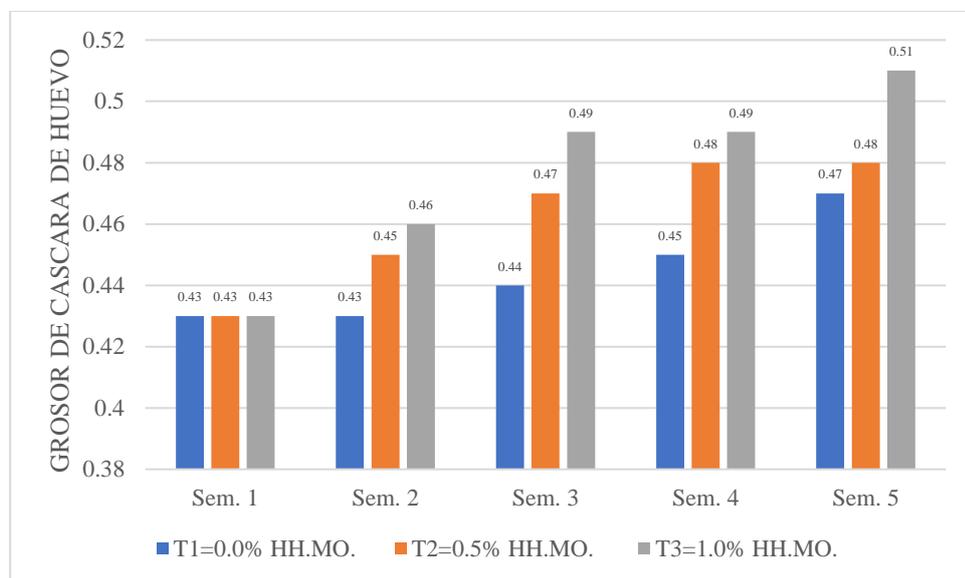


Figura 4. Grosor de la cascara de huevo por semana

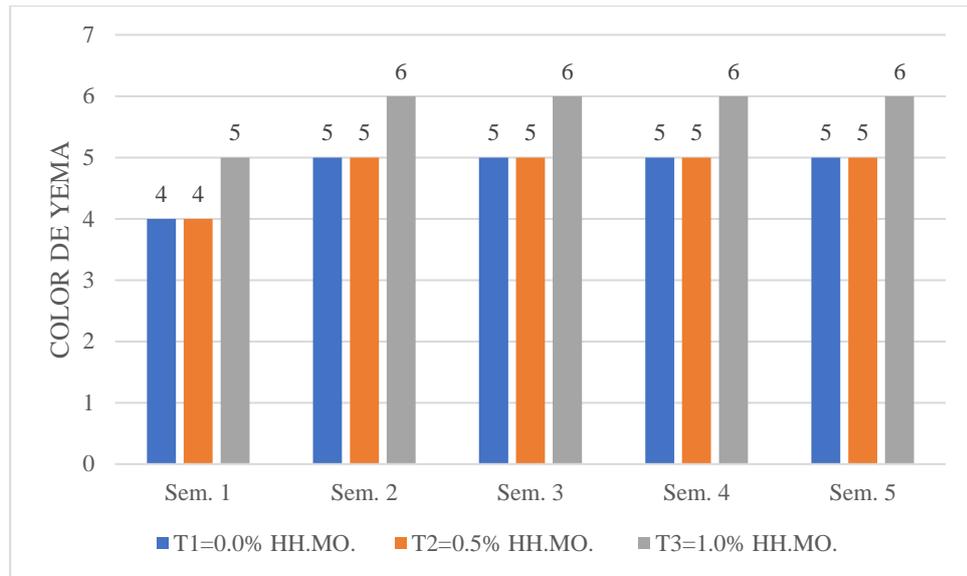


Figura 5. Color de la yema de huevo por semana

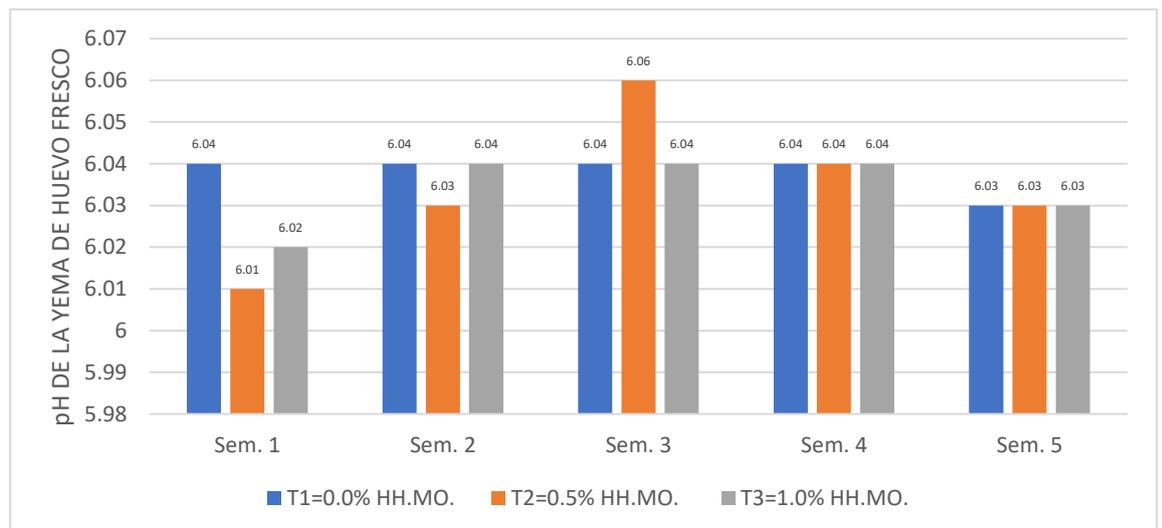


Figura 6. pH de la yema de huevo fresco por semana



1. COLOR DE CASCARA
ANOVA unidireccional: SEM 1 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	9.5	4.8	0.19	0.831
Error	18	457.1	25.4		
Total	20	466.7			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	72.857	4.880
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	72.857	4.880
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	74.286	5.345

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	74.286	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	72.857	A
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	72.857	A

ANOVA unidireccional: SEM 2 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	38.1	19.0	0.75	0.487
Error	18	457.1	25.4		
Total	20	495.2			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	74.286	5.345
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	77.143	4.880
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	77.143	4.880



Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	77.143	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	77.143	A
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	74.286	A

ANOVA unidireccional: SEM 3 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	466.7	233.3	9.19	0.002
Error	18	457.1	25.4		
Total	20	923.8			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	75.714	5.345
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	82.857	4.880
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	87.143	4.880

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	87.143	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	82.847	A
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	75.714	B

ANOVA unidireccional: SEM 4 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	409.5	204.8	11.73	0.001
Error	18	314.3	17.5		
Total	20	723.8			



Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	78.571	3.780
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	87.143	4.880
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	88.571	3.780

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	88.571	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	87.143	A
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	78.571	B

ANOVA unidireccional: SEM 5 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	457.1	228.6	6.86	0.006
Error	18	600.0	33.3		
Total	20	1057.1			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	82.857	4.880
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	88.571	3.780
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	94.286	7.868

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	94.286	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	88.571	A B
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	82.857	B



2. GROSOR DE CASCARA DE HUEVO
ANOVA unidireccional: SEM 1 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.0000381	0.0000190	0.50	0.615
Error	18	0.0006857	0.0000381		
Total	20	0.0007238			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	0.430000	0.00816
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	0.432855	0.00488
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	0.432860	0.00488

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	0.43286	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	0.43286	A
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	0.43000	A

ANOVA unidireccional: SEM 2 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.0037810	0.0018905	45.81	0.000
Error	18	0.0007429	0.0000413		
Total	20	0.0045238			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	0.43143	0.00690
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	0.44485	0.00690
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	0.46429	0.00535

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	0.46429	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	0.44485	B
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	0.43143	C

ANOVA unidireccional: SEM 3 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.0082571	0.0041286	113.09	0.000
Error	18	0.0006571	0.0000365		
Total	20	0.0089143			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	0.44143	0.00378
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	0.46571	0.00787
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	0.49000	0.00577

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	0.49000	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	0.46571	B
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	0.44143	C

ANOVA unidireccional: SEM 4 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.0057524	0.0028762	67.11	0.000
Error	18	0.0007714	0.0000429		
Total	20	0.0065238			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	0.45286	0.00488
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	0.47857	0.00690
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	0.49286	0.00756

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	0.49286	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	0.47857	B
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	0.45286	C

ANOVA unidireccional: SEM 5 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.0053238	0.0026619	72.91	0.000
Error	18	0.0006571	0.0000365		
Total	20	0.0059810			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	0.47571	0.00535
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	0.48000	0.00577
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	0.51143	0.00690

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	0.51143	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	0.48000	B
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	0.47571	B



3. COLOR DE YEMA

ANOVA unidireccional: SEM 1 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.095	0.048	0.17	0.848
Error	18	5.143	0.286		
Total	20	5.238			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	4.4286	0.5345
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	4.4286	0.5345
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	4.5714	0.5345

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	4.5714	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	4.4286	A
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	4.4286	A

ANOVA unidireccional: SEM 2 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	8.667	4.333	18.20	0.000
Error	18	4.286	0.238		
Total	20	12.952			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	4.5714	0.5345
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	5.4286	0.5345
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.1429	0.3780



Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.1429	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	5.4286	B
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	4.5714	C

ANOVA unidireccional: SEM 3 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	9.238	4.619	14.55	0.000
Error	18	5.714	0.317		
Total	20	14.952			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	4.7143	0.4880
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	5.1429	0.6901
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.2857	0.4880

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.2857	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	5.1429	B
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	4.7143	B

ANOVA unidireccional: SEM 4 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	9.524	4.762	15.00	0.000
Error	18	5.714	0.317		
Total	20	15.238			



Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	5.00	0.5774
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	5.00	0.5774
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.43	0.5345

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.4286	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	5.0000	B
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	5.0000	B

ANOVA unidireccional: SEM 5 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	6.952	3.476	15.64	0.000
Error	18	4.000	0.222		
Total	20	10.952			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	5.1429	0.3780
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	5.2857	0.4880
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.4286	0.5345

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.4286	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	5.2857	B
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	5.1429	B



4. pH DE LA YEMA DE HUEVO FRESCO
ANOVA unidireccional: SEM 1 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.002086	0.001043	3.39	0.056
Error	18	0.005543	0.000308		
Total	20	0.007629			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	6.0386	0.0219
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	6.0143	0.0127
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.0286	0.0168

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	6.0386	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	6.0143	A B
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.0286	B

ANOVA unidireccional: SEM 2 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.000152	0.000076	0.23	0.796
Error	18	0.005943	0.000330		
Total	20	0.006095			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	6.0414	0.0234
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	6.0357	0.0098
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.0414	0.0186



Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.0414	A
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	6.0414	A
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	6.0357	A

ANOVA unidireccional: SEM 3 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.003200	0.001600	2.82	0.086
Error	18	0.010229	0.000568		
Total	20	0.013429			

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	6.0357	0.0190
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	6.0643	0.0140
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.0414	0.0339

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	6.0643	A
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.0414	A
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	6.0357	A

ANOVA unidireccional: SEM 4 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.000181	0.000090	0.11	0.894
Error	18	0.014400	0.000800		
Total	20	0.014581			



Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	6.0429	0.0189
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	6.0386	0.0385
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.0457	0.0237



Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.0457	A
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	6.0429	A
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.0457	A

ANOVA unidireccional: SEM 5 vs. TRATAMIENTO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.000181	0.000090	0.33	0.726
Error	18	0.005000	0.000278		
Total	20				

Media y desviación estándar

Tratamiento	N	Media	DS
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	6.0314	0.0177
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	6.0343	0.0151
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.0271	0.0170

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 = 0.5 % HH. MO.	7	6.0343	A
T0 = 0.0 % HH. MO.	7	6.0314	A
T2 = 1.0 % HH. MO.	7	6.0271	A



Imagen 01. Preparación de baterías y ambiente para aves de postura



Imagen 02. Gallinas de postura



Imagen 03. Planta de alimentos del Módulo de Crianza de animales menores



Imagen 04. Huevos obtenidos de los distintos tratamientos



Imagen 05. Medición de pH de la yema de huevo Fresco