

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN**  
**AGROPECUARIA**



**TESIS DE GRADO**

**“EFECTO DE DOS NIVELES DE HARINA DE ALFALFA  
(*Medicago Sativa*) SOBRE LA COLORACION DE LA  
YEMA DE HUEVO EN GALLINAS DE POSTURA DE  
LA LÍNEA ISA BROWN EN LA COMUNIDAD  
APINGUELA”**

**Presentado por:**

**José Manuel Pérez Choque**

La Paz – Bolivia  
2023

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN**  
**AGROPECUARIA**

“EFECTO DE DOS NIVELES DE HARINA DE ALFALFA (*Medicago Sativa*) SOBRE LA COLORACION DE LA YEMA DE HUEVO EN GALLINAS DE POSTURA DE LA LÍNEA ISA BROWN EN LA COMUNIDAD APINGUELA”

*Tesis de Grado: Presentado como Requisito parcial para optar el Título de Ingeniero en producción y comercialización agropecuaria*

Presentado por.

**José Manuel Pérez Choque**

Tutor (es):

Ing. M.Sc. Víctor Antonio Castañón Rivera

Ing. Max Espinoza Paz

Tribunal Revisor

MVZ. Rene Condori Equice

Ing. M.Sc. Eddy Diego Gutiérrez Gonzales

MVZ. Vladimir Grover Vargas Pérez

Aprobada

Presidente Tribunal:

La Paz- Bolivia  
2023

## **DEDICATORIA**

*El esfuerzo realizado en el presente trabajo lo dedico con mucho amor y fe a Dios que siempre está en mi camino dándome la iluminación. A mis padres Félix Perez Jiménez y Andrea Choque Laura, que siempre me dieron el apoyo incondicionalmente e inculcándome disciplina, honestidad, honradez, lealtad y superación.*

## AGRADECIMIENTOS

Por la presente quiero expresar:

A los docentes y personal administrativo de la facultad de agronomía y en particular a la carrera ingeniería en producción y comercialización agropecuaria por sus enseñanzas impartidas para que de esta forma seamos profesionales capaces de contribuir en el desarrollo en los nueve departamentos de nuestra querida Bolivia A mi director: Ing. M.Sc Víctor Castaño Rivera, asesores que me dieron el apoyo, generosidad y confianza por guía los pasos de la presente investigación Ing. M.Sc Víctor Castaño Rivera e ing. Max Espinoza Paz A los miembros del jurado revisor MVZ. Rene Condori Equice, Ing. M.Sc. Diego Gutiérrez y MVZ Vladimir Choque por sus enseñanzas impartidas durante mi formación profesional y por sus valiosas recomendaciones.

A mi padre y madre y esposa Sr. Félix Pérez Jiménez y Sra. Andrea Choque Laura e esposa Magali Mamani Tarqui a quienes con tanto amor, por brindarme su apoyo moral e incondicional las cuales me sirvieron para seguir adelante.

A mis hermanos Aldo, Maribel, Nelson, Edson, Sergio, Nidia, por su orientaciones y concejos en la redacción del presente trabajo de investigación

A la granja Illimani comunidad de Apinguela por haberme brindado valiosa información, las cuales me sirvieron para realizar la presente investigación.

A mis amigos de la carrera ingeniería en producción y comercialización agropecuaria Jorge, Ximena, Adela y las demás amistades por los momentos inolvidables que hemos vivido y compartido.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ABREVIATURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii

## INDICE DE TEMAS

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Importancia de la Producción de Aves.....	4
2.2. Origen de Aves de Postura.....	4
2.3. Taxonomía de las Aves.....	4
2.4. Líneas Productivas.....	5
2.5. Isa Brown.....	5
2.6. Línea Isa Brown.....	6
2.7. Características de la Línea Isa Brown.....	6
2.8. Fases de Producción de las Gallinas de Postura.....	7
2.9. Requerimientos Nutricionales.....	7

2.10. El huevo .....	8
2.10.1. Formación del huevo .....	8
2.11. Valoración de la Calidad del Huevo.....	9
2.11.1. Calidad del Huevo .....	9
2.11.2. Anormalidades del Huevo .....	11
2.12. Bioseguridad.....	11
2.13. Estructura del huevo.....	12
2.14. La yema.....	13
2.15. Pigmentación de la yema de huevo .....	13
2.16. Pigmentos .....	14
2.16.1. Pigmentos Sintéticos.....	14
2.16.2. Pigmentos Naturales .....	15
2.17. Xantofilas .....	15
2.18. Carotenos .....	16
2.19. Fuentes de pigmentos naturales .....	16
2.20. Absorción y asimilación de carotenoides.....	17
2.21. Depósito de carotenoides .....	17
2.22.1. Factores que influyen en la pigmentación de la yema de huevo .....	18
2.23. Importancia de los pigmentos en avicultura .....	19
2.24. Alfalfa ( <i>Medicago Sativa</i> ).....	20
2.24.1. Taxonomía de la Alfalfa.....	20
2.25. Morfología.....	20
2.26. Harina de Alfalfa.....	21
2.26.1. Características Nutritivas de Harina de Alfalfa .....	21
2.27. Teoría del color .....	22
2.28. Sistemas de medición del color.....	23

2.29. Abanico colorimétrico DSM .....	23
<b>3. LOCALIZACION</b> .....	<b>24</b>
3.1. Ubicación Geográfica.....	24
<b>4.MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
4.1. Materiales .....	25
4.1.1. Material biológico .....	25
4.1.2 Insumos alimenticios .....	25
4.1.3. Equipos.....	25
4.1.4. Productos veterinarios.....	25
4.1.5. Material de Gabinete .....	26
4.2. Metodología.....	26
4.2.1. Acondicionamiento del galpón .....	26
4.2.2. Separación de cubículos.....	26
4.2.3. Preparación del alimento .....	26
4.2.4. Suministro de alimento .....	27
4.2.5. Recolección y clasificación de huevos .....	27
4.2.6. Toma de datos.....	27
4.2.7. Evaluación de la pigmentación de la yema .....	27
4.3. Diseño experimental.....	28
4.4. Croquis experimental.....	28
4.5. Variables de Respuesta.....	29
4.5.1. Porcentaje de postura (%P) .....	29
4.5.2. Conversión Alimenticia .....	29
4.5.3. Peso del Huevo (PH) .....	30
4.5.4. Diámetro y altura de huevo .....	30
4.5.5. Color de la yema .....	30

4.5.6. Porcentaje de Mortalidad (M).....	30
4.5.7. Relación de Beneficio/Costo .....	30
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>31</b>
5.1. Determinación de la palatabilidad.....	31
5.2. Porcentaje de Postura .....	31
5.3. Conversión alimenticia .....	32
5.4 Diámetro del huevo .....	33
5.5 <i>Altura de huevo</i> .....	35
5.6 <i>Peso del huevo</i> .....	36
5.7 Pigmentación de la yema de huevo.....	37
5.8 Índice de mortalidad.....	38
5.9 Análisis Económico .....	38
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>39</b>
7. RECOMENDACIONES .....	39
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>40</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>43</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1: TAXONOMÍA DE LA GALLINA .....</b>	<b>4</b>
<b>CUADRO 2: CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LA LÍNEA ISA BROWN.....</b>	<b>5</b>
<b>CUADRO 3 :FACES DE PRODUCCIÓN DE LAS GALLINAS .....</b>	<b>7</b>
<b>CUADRO 4: REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA LA LÍNEA ISA BROWN.....</b>	<b>7</b>
<b>CUADRO 5: TAXONOMÍA DELA ALFA ALFA.....</b>	<b>20</b>
<b>CUADRO 6: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL APROXIMADA DE LA HARINA DE ALFA ALFA (MEDICAGO SATIVA).....</b>	<b>22</b>
<b>CUADRO 7:ANVA PARA EL PORCENTAGE DE POSTUTA .....</b>	<b>31</b>
<b>CUADRO 8: ANÁLISIS DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE POS TURA .....</b>	<b>32</b>
<b>CUADRO 9:ANALISIS DE VARIANZA DE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA .....</b>	<b>32</b>
<b>CUADRO 10: PRUEBA DE MEDIAS DE DUNCAN PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....</b>	<b>33</b>
<b>CUADRO 11: DIÁMETRO DE HUEVO .....</b>	<b>34</b>
<b>CUADRO 12: PRUEBA MEDIAS DE DUNCAN PARA DIÁMETRO DE HUEVO .....</b>	<b>34</b>
<b>CUADRO 13:ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE HUEVO .....</b>	<b>35</b>
<b>CUADRO 14: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO DEL HUEVO.....</b>	<b>36</b>
<b>CUADRO 15: PRUEBA DE MEDIAS DE DUNCAN PARA EL PESO DE HUEVO .....</b>	<b>36</b>
<b>CUADRO 16:ANALISIS DE VARIANZA DE LA PIGMENTACIÓN DE LA YEMA DE HUEVO .....</b>	<b>37</b>
<b>CUADRO 17: PRUEBA DE MEDIAS DE DUNCAN PARA LA PIGMENTACIÓN DE LA YEMA ....</b>	<b>37</b>
<b>CUADRO 18: ANÁLISIS DE BENEFICIO/COSTO .....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1: UBICACION GEOGRÁFICA.....</b>	<b>24</b>
<b>FIGURA 2 : CROQUIS EXPERIMENTAL.....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 3: PLANTA DE ALFA ALFA .....</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 4: GALLINA ISA BROWN.....</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 5: ABANICO DE COLORES .....</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 6: SEPARACIÓN DE CUBÍCULOS .....</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 7: PREPARACIÓN DEL ALIMENTO .....</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 8: ABANICO DE COLORES .....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 9: AMBIENTES DEL EXPERIMENTO.....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 10: TOMA DE PIGMENTACIÓN CON ABANICO DE COLORES .....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 11: PESADO DE HUEVOS .....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 12: LIMPIEZA DE HUEVOS .....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 13: EMBOLSADO DE ALIMENTO MES CLADO EN SACOS .....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 14 :LIMPIEZA DE BEBEDORES .....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 15: CLASIFICACIÓN DE HUEVOS .....</b>	<b>49</b>

**ABREVIATURAS**

Cm	Centímetro
Km	Kilómetro
Msnm	Metros sobre el nivel del mar
Mm	Milímetro

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Apinguela perteneciente al municipio de Irupana en el Departamento de La Paz, con el propósito de evaluar el efecto de dos niveles de harina de alfalfa (*Medicago sativa*) sobre la pigmentación de la yema de huevo en aves de postura de la línea Isa Brown. Para ello, se incorporó 2 niveles de harina de alfalfa al alimento balanceado comercial: T2 (5%), T1 (2,5%) y el tratamiento testigo (T0) con 0%. Para llevar adelante el estudio se utilizó 270 aves de postura de 20 semanas de edad, las cuales fueron distribuidas al azar en 3 tratamientos y 9 repeticiones, el tiempo de evaluación fue de 13 semanas, desde la semana 20 hasta la semana 32 (postura pico). Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de 5% (T2) de harina de alfalfa permite la pigmentación de la yema obteniéndose un valor de 5 en la escala de Rouche, el T1 y el T0 no presentaron diferencias de pigmentación.

En términos económicos el T2 (5%) de harina de alfalfa presenta menor beneficio/costo, siendo este de 1.0; por el contrario el mayor beneficio/costo obtenido corresponde al tratamiento testigo (0% de alfalfa), el T1 (2,5%) de harina de alfalfa presentó un valor de 1,1.

Estos resultados obtenidos permiten recomendar a los productores que la utilización de 5 % de harina de alfalfa en la ración es una opción natural viable para la pigmentación de la yema además del sabor tipo criollo que adquiere el huevo, siempre y cuando; busquen nichos de mercado que paguen mejores precios por la calidad del huevo producido con un insumo natural como es la harina de alfalfa.

**Palabras clave:** Niveles, harina, alfalfa, coloración, yema, gallina

## **ABSTRACT**

The research work was carried out in the community of Apinguela belonging to the municipality of Irupana in the Department of La Paz, with the purpose of evaluating the effect of two levels of alfalfa flour (*Medicago sativa*) on the pigmentation of the egg yolk in laying birds of the Isa Brown line. For this, 2 levels of alfalfa flour were incorporated into the commercial balanced feed: T2 (5%), T1 (2.5%) and the control treatment (T0) with 0%. To carry out the study, 270 laying birds were used of 20 weeks of age, which were distributed randomly in 3 treatments and 9 repetitions, the evaluation time was 13 weeks, from week 20 to week 32 (peak posture). The results obtained show that the application of 5% (T2) of alfalfa flour allows the pigmentation of the yolk, obtaining a value of 5 on the Rouche scale, T1 and T0 did not present differences in pigmentation.

In economic terms, the T2 (5%) of alfalfa flour presents lower benefit/cost, this being 1.0; On the contrary, the highest benefit/cost obtained corresponds to the control treatment (0% of alfalfa), the T1 (2.5%) of alfalfa flour presented a value of 1.1.

These results obtained allow us to recommend to producers that the use of 5% alfalfa flour in the ration is a viable natural option for the pigmentation of the yolk in addition to the Creole-type flavor that the egg acquires, as long as; Look for market niches that pay better prices for quality eggs produced with a natural input such as alfalfa flour.

**Keywords:** Levels, flour, alfalfa, coloration, yolk, hen

## 1. INTRODUCCIÓN

La avicultura es una actividad que se ha venido desarrollando con mucha intensidad a nivel mundial, ya que contribuyen a la nutrición y alimentación humana. Actualmente la producción pecuaria busca obtener beneficios altos y mayor producción utilizando diferentes alimentos para lograr su propósito, para de esta manera brindar a los consumidores alimentos de alto valor nutritivo y alcanzar una producción eficiente. (hy – line brown, 2015)

La avicultura ha experimentado grandes avances en la obtención de líneas de aves de postura con características deseadas, tecnificación, alimentación y manejo, este desarrollo es debido a la importancia económica y social en nuestro país de este rubro.

En Bolivia la avicultura industrial, como actividad separada de la agricultura y especializada en la producción de carne y huevos, recién cobra importancia a partir de 1952, tomando especial impulso en la década del sesenta, periodos en el que se inicia la producción de aves de corral. En el año 2022 la avicultura se ha convertido en la segunda explotación de la producción animal. Los rubros que mayor desarrollo han experimentado, son los de producción de pollos parrilleros y huevos, sin embargo, otras especies como pavos, codornices ya merecen un tratamiento industrial.

La producción de huevos al día a nivel nacional es de 4.565 millones, Santa Cruz lidera con un volumen generado de 2.7 millones de unidades equivalente a un 55% estimando alrededor de 600 productores dedicados a esta actividad, 40% en Cochabamba y el resto en otros Departamentos. "En Bolivia, el huevo se comercializa en un 100% como producto fresco y la población prefiere la variedad marrón, proveniente de gallinas de las líneas genéticas Isa Brown, Hy Line Brown, Novogen" (ADA, 2019).

La alimentación se constituye en uno de los factores fundamentales en la producción avícola, representa el 60 a 70% de los costos totales de producción, siendo un reto importante para los avicultores obtener un buen porcentaje de postura, una buena calidad del huevo y buena rentabilidad durante el periodo de producción.

Un parámetro de la calidad de huevo que es muy exigido por los consumidores es la coloración de la yema de huevo.

La búsqueda de nuevos pigmentos, principalmente con una buena tasa de deposición en tejidos animales y un bajo costo, ha estimulado a los científicos a investigar fuentes alternativas de xantofilas. Se han probado levaduras, plantas como la alfalfa, estevia y xantofilas de algas en acuicultura y avicultura con el objetivo de mejorar la pigmentación de los productos avícolas y acuícolas.

Ávila (2017), indica que la Harina de Alfalfa tiene una alta calidad de proteína y solo es deficitaria en metionina, tiene un elevado contenido de fibra, bajo nivel de energía, se recomienda utilizar hasta un 5% de la ración, además; su uso en la ración puede estar justificado por la cantidad de carotenos que posee y que contribuyen a mejorar la pigmentación de la yema.

### **1.1. Antecedentes**

La preferencia por tonalidades más intensas en cuanto a la coloración de yema de huevo, varía de acuerdo a las exigencias y culturas de diferentes países. Estudios realizados en diferentes países como Alemania, Francia, Italia, España y Polonia, dan un indicador que los consumidores asocian colores de yema naranja-rojiza con una mejor calidad de huevo, ya que vinculan el color de la yema con la salud de las aves. (Williams, 2012).

Según Marca (2016), la incorporación de tres niveles de alfalfa verde en las fases de postura uno y dos en el comportamiento productivo de las aves de postura de la línea Hy line Brown con la adición de: 0, 2, 4 y 6% de alfalfa verde en la ración, mostro que la adición de 2% alfalfa verde, mejoro el peso del huevo, el índice morfológico y peso promedio por ave (1.9 kg), mientras que la incorporación de 4% alfalfa verde influye positivamente en la tasa de postura (87%) alcanzando una conversión alimenticia de 2.

Shimada (2010) resalta que se puede lograr la pigmentación con ingredientes que contengan carotenos, el cual es precursor de la vitamina A, teniendo como opción la alfalfa y sus subproductos.

Según Cuevas *et al* (2013), indica que la alfalfa contiene luteína, adicionando 15 a 20% de harina de alfalfa en la dieta se puede lograr un color adecuado de la yema.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de dos niveles de harina de alfalfa (*Medicago sativa*) sobre la coloración de la yema de huevo en gallinas de postura de la Línea Isa Brown en la comunidad Apinguela.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el mejor nivel de harina de alfalfa para pigmentar la yema de huevo en gallinas de postura de la Línea Isa Brown.
- Evaluar la calidad del huevo de los diferentes tratamientos.
- Evaluar el costo parcial de la producción de los diferentes tratamientos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Importancia de la Producción de Aves

En América Latina, la industria avícola paso de un sistema de tenencia de muchos productores pequeños a grandes empresas verticales y especializadas en carne y huevos. Esta integración ha permitido, además de una gran autonomía en la gestión de producción, la entrega al mercado de una gran variedad de productos de alta calidad y valor agregado (Sánchez 2012).

### 2.2. Origen de Aves de Postura

El origen de las aves de corral se sitúa en el Sudeste de Asia. El naturista británico Charles Darwin las considero descendientes de única especie, el gallo bankiba, que vive en estado salvaje desde India hasta Filipinas pasando por el Sudeste Asiático, también indica que la gallina es uno de los primeros animales domesticados que se menciona en la historia escrita (Palomino, 2013).

A su vez el autor indica que se hace referencia al animal en antiguos documentos chinos que indican que “esta criatura de Occidente” había sido introducida en China hacia el año 1400 A.C. en tallas babilónicas del año 600 A.C. aparecen gallinas, que son también mencionados por los escritores griegos primitivos.

### 2.3. Taxonomía de las Aves

Las gallinas domésticas se clasifican de la siguiente manera (Palomino 2014).

#### *Cuadro 1: Taxonomía de la gallina*

<b>Reino</b>	:	Animalia
<b>Clase</b>	:	Ovíparo, (Ponen huevos)
<b>Orden</b>	:	Galliformes, (costumbres terrestres, con patas, pico, alas).
<b>Familia</b>	:	Fasiánidae
<b>Género</b>	:	Gallidos, (cabeza pequeña, cuello alto, cuerpo inclinado).

**FUENTE:** Palomino 2014.

## 2.4. Líneas Productivas

Según Palomino (2014), se dividen en dos grupos de gallinas livianas las cuales son de plumaje blanco que además producen huevos blancos y las semipesadas que producen huevos de color marrón, la Lehman Brown, Isa Brown, Rhode Island Red y White rock.

## 2.5. Isa Brown

Isa brown es una Sigla que significa Instituto de Selección Animal y Brown (café refiriéndose al color de las gallinas). A su vez indica, que las aves de postura de la línea Isa Brown, son gallinas de plumaje “colorado” y llegan a poner 250 huevos por año aproximadamente. (Palomino 2014).

Características Productivas de la línea Isa Brown

**Cuadro 2: Características productivas de la línea Isa Brown**

<b>PERIODO DE POSTURA</b>	<b>SEMANAS 18-80</b>
<b>Viabilidad</b>	93,2%
<b>Edad al 50% de la Producción (días)</b>	143
<b>Porcentaje de Pico</b>	95%
<b>Edad al Pico de Producción</b>	26
<b>Promedio de Peso de Huevo</b>	63,1g
<b>Huevos por Ave Alojada</b>	351
<b>Porcentaje de Consumo Alimenticio/día</b>	111g
<b>Conversión Alimenticia</b>	2,14
<b>Peso Corporal a (80 Semanas)</b>	2000g
<b>Fortaleza del Cascarón</b>	3900g
<b>Conversión de Alimento</b>	2,14

Fuente: Isa Brown, 2000

## **2.6. Línea Isa Brown**

Vidal (2015), señala que el 87% de las razas utilizadas en avicultura ecológica en el mundo son razas híbridas industriales, siendo la Isa Brown la más empleada, ocupando el 75% del total de aves, seguida de la Hy- Line.

Mismo el autor señala que la gallina Isa Brown es un híbrido producto del cruzamiento entre las razas Rhode Island Roja y la Rhode Island Blanca, realizado por la compañía ISA (Institute de Selection Anímale) en 1978. La raza Rhode Island Roja fue creada en el estado del Rhode Island en los EU de América y tienen sangre de gallos malayos. Estos animales son resistentes a enfermedades, buenos productores de huevos y se comportan bien en pastoreo. La Rhode Island Blanca es una raza de doble propósito.

## **2.7. Características de la Línea Isa Brown**

La Isa Brown es la gallina productora de huevos de color marrón de más venta en el mundo. Esto se debe al rigor y a la eficacia del dispositivo de selección, no obstante, se sabe que el potencial genético de una gallina por más elevado que sea, no podría expresarse bajo cualquier condición, siendo el manejo la clave para obtener resultados óptimos, la gallina Isa Brown se adapta fácilmente a su entorno por su alta rusticidad y posee un potencial genético superior al de las gallinas criollas. (Manual Isa Brown, 2017).

## 2.8. Fases de Producción de las Gallinas de Postura

Antezana (2011), indica que existe siete fases de producción, que está comprendido por:

**Cuadro 3 :Fases de producción de las gallinas**

<b>FASE</b>	<b>SEMANAS</b>
Inicio	1 - 3
Crecimiento	3 - 10
Desarrollo	10 - 17
Pre postura	18 - 20
Postura pico	18 - 30
Postura 1	30 - 50
Postura 2	50 - 72

## 2.9. Requerimientos Nutricionales

Nuestras recomendaciones dependen del nivel al consumo observado durante el periodo de arranque, crecimiento, pollitas, prepuesta y puesta (Isa brown, 2011).

**Cuadro 4: Requerimientos nutricionales para la línea Isa Brown**

<b>Etapas</b>	<b>PC%</b>	<b>EM kcal</b>	<b>Calcio%</b>	<b>Fosforo%</b>
<b>Inicio</b>	22	2800	1	0,48
<b>Crecimiento</b>	19	2850	1,1	0,42
<b>Pre-Postura</b>	17	2750	2,1	0,45
<b>Postura</b>	18	3000	3,5	0,4

Fuente: Aviland (2012)

## 2.10. El huevo

### 2.10.1. Formación del huevo

La formación del huevo sigue un patrón cíclico que dura entre 24 y 26 horas, inicia en la ovulación finalizando con la expulsión del huevo a través de la cloaca, presentando un retraso de 20 a 30 minutos entre puestas, no coincidiendo dos huevos dentro del oviducto. Repitiéndose este fenómeno cíclicamente, de esta manera la gallina pone un huevo diario durante 3, 4 o 5 días, denominándose a este conjunto de días serie de puesta. (Caravaca, 2015).

El mágnum, sección más larga del oviducto, el cual presenta diferentes tipos de células que sintetizan las proteínas, siendo depositadas durante las 3 horas y 30 minutos. Este órgano junto con el útero, son los responsables de las propiedades fisicoquímicas de la clara y de la yema. Al salir el huevo del magno, la albumina se muestra con un aspecto gelatinoso denso, sintetizado por estímulo de progesterona y andrógenos, el cual contiene 50 % de agua. La hidratación y estructuración del albumen acaba en el útero; es decir, su función es determinante en la calidad interna del huevo (Palacio, 2012).

El huevo llega al istmo entre 3.5 – 3.75 horas, después de la ovulación. En este tramo, el huevo permanece entre 60 y 75 minutos, y a medida que avanza el huevo, se va recubriendo de fibras proteicas, dando lugar a las denominadas membranas testáceas. Estas sustancias al contacto con el agua, se dilatan y van formando una red fibrosa muy densa, siendo el inicio de la formación de la cascara (Huyghebaert, 2013).

En la vagina se produce la interrupción de la calcificación, la cual sucede de 2 a 4 horas antes de su expulsión de este (Ramirez, 2016), quedando retenido por poco tiempo hasta pasar por la cloaca. En la cloaca que es la parte final de los aparatos urinario, excretor y reproductivo sirve para mantener el huevo ya formado para luego ser expulsado al exterior (Adam, 2016).

## 2.11. Valoración de la Calidad del Huevo

### 2.11.1. Calidad del Huevo

Castañón (2010), indica que actualmente en la producción animal ya no es suficiente producir cantidad, mas por el contrario el mercado demanda calidad, en ese sentido al momento de producir huevos no solo debemos preocuparnos por el índice de postura sino también por la calidad del producto, debemos considerar algunos parámetros que se mencionan a continuación:

#### a) Peso y tamaño

Scholtiyssek (1996), citada por Mamani (2017), indica que las gallinas ponedoras producen huevos de diverso tamaño y diferentes pesos ya que un huevo no se parece al otro, de ahí que en la comercialización de este producto se suele clasificar los huevos según su peso y tamaño, teniendo mejor precio los de mayor tamaño y peso es así que existe una variedad de clasificaciones.

Clasificación de los Huevos. Estándar Internacional (UE)

Escamilla (2011), clasifica a los huevos de la siguiente manera según su peso:

- Primera calidad mayor a 60 g.
- Segunda calidad entre 50 y 60 g.
- Tercera calidad menores a 50 g.

El mismo autor indica, que según la edad de la gallina el peso y tamaño de los huevos varían; las pollas empiezan poniendo huevos chicos y a medida que crecen, el peso y tamaño van aumentando. Quintana (2014), el peso medio que el mercado mundial solicita es de 56 a 57 g. para determinar el peso medio anual de los huevos (en el primer ciclo de postura) se puede seguir cualquiera de los métodos que a continuación se indica:

- ✓ Pesarlos cada semana durante todo el ciclo de postura
- ✓ Pesarlos durante 10 días consecutivos en el quinto mes de postura.
- ✓ Pesarlos cuatro días consecutivos de cada mes durante todo el año.

## **b) Cascarón**

Para determinar la calidad del cascarón, es necesario examinar las características siguientes:

### **1) Forma**

La forma del huevo normal es elíptica quedando representada por el índice morfológico, que tiene un valor de 74%. Huevos con este valor presentan un mayor porcentaje de viabilidad durante la incubación y además son huevos fáciles de transportar y embalar. (Scholtiyssek 1996), citado por Mamani (2017).

### **2) Color**

El color del cascarón se determina visualmente y debe ser propio de la línea de gallinas que se está utilizando. Es un factor genético y depende de la estirpe de las aves; en general, las líneas semi ligeras y pesadas producen de color café. Antiguamente, los huevos para consumo con cascarón café tenían más demanda, pero hoy día, tanto los huevos café como blancos provienen de gallinas acondicionadas en iguales circunstancias y con la misma alimentación. Este último factor determina el sabor y el valor nutritivo del huevo. (Zamorano 2012).

### **3) Limpieza**

Los huevos para consumo se deben encontrar limpios, condición que se determina (igual que en el caso del color) por apariencia visual. Es equivocado suponer que la presencia de chalazas en los huevos constituye un defecto, estas cuerdas blanquecinas no son enfermedades bacterianas o de que el huevo está fertilizado, sino que simplemente son un componente normal del huevo cuya función es mantener centrada la yema dentro del huevo. Algunas personas piensan que las claras con aspecto lechoso constituyen problema, pero en realidad son un indicador de que el huevo es especialmente fresco. Las claras se vuelven transparentes cuando se disipa el CO<sub>2</sub> de la albúmina algunos días después de puesto el huevo (Zamorano. 2012).

#### **4) Consistencia de la Cáscara**

La cascara del huevo cumple la función biológica durante el desarrollo del embrión, se sirve como una cámara suficientemente sólida, capaz de contrarrestar los impactos físicos medioambientales propios de las condiciones naturales y conductas reproductivas de cada especie aviar. De igual manera debe ser lo suficientemente frágil al término de la incubación, para asegurar la salida del embrión. (Zamorano. 2012).

##### **2.11.2. Anormalidades del Huevo**

Quintana (2014), menciona alguna de las causas por las que algunos huevos presentan anomalías:

a) Con dos yemas o doble yema, ocurre en gallinas jóvenes en las que la estimulación hormonal es muy grande, de manera que llega a ovular dos veces al mismo tiempo. Algunos avicultores reconocen a este tipo como huevos dobles.

b) Estratificados Son de mayor tamaño, el exudado inflamatorio de la salpingitis puede ocasionar depósitos de fibrina en capas sobre los huevos, que sobresalen por su tamaño y composición.

##### **2.12. Bioseguridad**

Según FUCOA (2014), el conjunto de prácticas de manejo orientadas a prevenir el contacto de las aves con microorganismos patógenos.

- Se debe considerar e implementar en las granjas procedimientos de bioseguridad que regule el ingreso de personas, vehículos o de animales.
- Las unidades productivas deben contar con cercos y deslindes en buen estado, ya que estos permiten delimitar las instalaciones desde el punto de vista de la bioseguridad, impidiendo entre otros, el ingreso de personas no autorizadas y de animales ajenos.
- Las unidades productivas deben contar con un sistema de rodiluvios y/o de aspersión, para la descontaminación de los vehículos que ingresen a las instalaciones.

Según ISA Brown (2009 - 2010), los lotes recién nacidos deben ser revisados antes de ser traídos a la granja y deben tener un programa de vacunación conocido. Algunas enfermedades se controlan mejor por medio de la erradicación. Algunos ejemplos incluyen *Mycoplasma gallisepticum*, Cólera, Coriza y Tifoidea. El costo continuo de medicamentos o vacunaciones para estas enfermedades a menudo justifica el gasto y el esfuerzo extra requeridos para la erradicación.

### **2.13. Estructura del huevo**

El huevo de gallina pesa en promedio 58 g, tiene forma geométrica tridimensional denominado esferoide achatado. La cascara es una estructura un tanto frágil y muy mineralizada con dos membranas orgánicas adheridas fuertemente. La membrana externa está pegada a la cascara, la membrana interna encierra el contenido del huevo. Después de la puesta el huevo se enfría, su contenido se contrae y las membranas de la cascara se separan, formando la cámara de aire, al nivel más redondeado del huevo (Cole y Ronning, 2010).

La albúmina (llamada comúnmente clara) está formada por cuatro capas. La capa externa, cerca del 23% de la clara, líquido un tanto viscoso. Cerca del 57% está formada por una capa llamada clara densa, encerrando en su interior una clara líquida adicional, la cual corresponde el 17 % de albúmina. Finalmente hay una capa gelatinosa pegada a la yema (alrededor del 2% del total), la cual se encuentra cubriendo a la yema, denominada chalaza (Cole y Ronning, 2010).

La yema, de forma esférica, ocupa aproximadamente el centro del huevo, siendo mantenida en ese lugar por la clara densa circundante. Los constituyentes de la yema están encerrados por la membrana vitelina, delgada y transparente (Cole y Ronning, 2016).

## 2.14. La yema

Algunos químicos precisan que la mayoría de los lípidos de la yema están en combinación o formando complejos con las proteínas (denominados lipoproteínas). Estos complejos lípido - proteína son importantes para las propiedades funcionales de la yema, tales como el poder emulsificante, el poder de esfumación y el de coagulación (Cole y Ronning, 2010).

La yema contiene una amplia gama de grasas, los cuales casi 2 tercios son triglicéridos, 15% son fosfolípidos, y el 4% es colesterol (Cole y Ronning, 2010).

Los pigmentos liposolubles son muy importantes, ya que dan a la yema su color amarillo dorado. El color de la yema es fundamental para la calidad de muchos productos alimenticios elaborados a base de huevo. Estos compuestos orgánicos, conocidos como carotenoides, derivan exclusivamente de los piensos (Cole y Ronning, 2010).

## 2.15. Pigmentación de la yema de huevo

En la actualidad, la forma más eficiente para proporcionar color a la yema de huevo es mediante la adición de carotenoides en la ración, siendo un 70 % a xantofilas y un 2 % a los carotenos los responsables de la pigmentación de la yema de huevo. Sin embargo; los carotenos siendo precursores de la vitamina A dan una coloración pálida a la yema de huevo, por tanto, son una fuente nutritiva que las de tonalidad intensa (Mamani, 2014).

Las gallinas tienen la facilidad de depositar carotenoides al huevo con mucha eficiencia, logrando tasas de deposición del 40 %. Debido a esto, las dietas de gallinas de postura contienen menos carotenoide que las de pollo de engorde. Siendo los más empleados para pigmentación de yema de huevo son la cantaxantina y los extractos de paprika (*Capsicum annuum*) para la base roja, mientras que Etil-éster del ácido apocarotenóico (apoéster) y luteína – zeaxantina (*Tagetes erecta*) son usados como base amarilla (Cisneros, 2012).

## 2.16. Pigmentos

Sustancias (carotenoides o xantofilas) que tienen la función de dar color a la yema del huevo, grasa subcutánea y piel de pollos. Dichas sustancias están presentes en algunas materias primas que se encuentran con gran proporción en la dieta de gallinas de postura, siendo el maíz (*Zea mays*), y sorgo (*Sorghum spp.*) proporcionando xantofilas rojas; y la alfalfa (*Medicago sativa*) que aporta xantofilas amarillas (Andrade, 2014).

Shimada (2010), resalta que se puede lograr la pigmentación con ingredientes que contengan carotenos, el cual es precursor de la vitamina A, teniendo como opción la alfalfa y sus subproductos, a su vez; productos ricos en carotenoides, los cuales no presentan matriz (ninguna característica alimenticia), presentándose como opción la flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*).

### 2.16.1. Pigmentos Sintéticos

Los más utilizados son las premezclas a base de cantaxantina, carotenoides de color rojo y carotenoides de color amarillo. Siendo estos una buena opción en cuanto a coloración de yema de huevo (Cuevas *et al.*, 2013).

En los últimos años se han venido sintetizando diferentes pigmentos, en los cuales destacan: Etil-ester del ácido apocarotenóico (apoester), pasan por un proceso de protección antioxidante muy eficaz y cuentan con tasas altas de deposición, luteína y zeaxantina (Fernández, 2014).

En la actualidad las aves tienen escaso acceso a fuentes naturales de pigmentos, esto debido al tipo de crianza al cual son sometidas, sumado con la poca energía que proporcionan los ingredientes naturales ricos en carotenoides, es difícil alcanzar altos niveles de pigmentación en la yema de huevo sin adicionar fuentes sintéticas (Fernández, 2014).

Faruk *et al.* (2017) destacan que la tonalidad de la yema de huevo de gallinas alimentadas con apo-ester tuvo una tonalidad más intensa, sin embargo, resaltó que el incremento de carotenoides amarillos en las dietas produjo un aumento en la coloración de la yema de huevo.

Además, Aureli *et al.* (2014) resaltan que las tasas de deposición de los pigmentantes dependen del nivel de adición del pigmento en la dieta.

### **2.16.2. Pigmentos Naturales**

Los pigmentantes naturales son un grupo extenso, donde se encuentran los carotenos y xantofilas, sin embargo; debido a la insuficiente cantidad de xantofilas procedentes de los ingredientes de la dieta es necesario la adición de fuentes naturales de pigmentos como, pétalos de clavel muerto, alfalfa y extractos de xantofilas de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) en dietas de gallinas de postura para obtener una mejor pigmentación en la yema de huevo (Hencken, 1992 citado por Mamani, 2014).

Mascarrel y Carné (2011) señalan que, para complementar las xantofilas amarillas procedentes de los ingredientes de las dietas, se han empleado xantofilas rojas, principalmente la capsantina procedente del pimentón - papikra, *Capsicum annum*, para de esta manera conseguir tonalidades anaranjadas, permitiendo de esta manera satisfacer las necesidades del mercado consumidor.

En la actualidad y debido a las exigencias por parte del consumidor es que se opta por emplear distintos pigmentos naturales para dar tonalidad a derivados lácteos. La capsantina es el pigmento típico del pimentón y se aplica en fabricación de embutidos. El licopeno es el colorante rojo del tomate (Peto *et.al*, 1981, citado por Mamani, 2014)

### **2.17. Xantofilas**

Las xantofilas son derivados oxigenados de los carotenoides presentes en estructuras vegetales (frutas, flores, hojas y tallos) así mismo, son más disponibles que los carotenos, pero sin actividad pro vitamínicas. Sin embargo, estos pigmentos no presentan matriz nutricional, siendo solo la cantaxantina y la astaxantina, utilizada debido a su mayor estabilidad como aditivo en dietas de truchas, salmones y en gallinas ponedoras (Simpson, 1982, citado por Mamani, 2014).

## 2.18. Carotenos

Los llamados carotenos se caracterizan por su coloración que oscila entre rojo, naranja y amarillo. Están constituidas por una cadena corta hidrocarbonada. El compuesto más conocido es el betacaroteno, pudiendo ser encontrado en frutas y vegetales como la zanahoria, pimiento rojo y camote. Siendo los últimos los que presentan mayor cantidad de Bcaroteno respecto a el brócoli, pimiento verde y mango (Báez, 2007), citado por Mamani (2014).

## 2.19. Fuentes de pigmentos naturales

Maíz: contiene la mayor cantidad xantofilas (54%), zeaxantina (23%) la cual presenta mejores tasas de absorción intestinal y la cryptoxantina (8%). Necesitándose 14 mg. de xantofila por 1 kg. de alimento para obtener una tonalidad deseada utilizando maíz como única fuente de pigmentación (Cuevas, *et.al.*, 2013).

Rosa mosqueta: maleza que crece espontáneamente, presenta un fruto de color rojo, siendo utilizada como fuente pigmentaste en yemas de huevos por su color amarillo – anaranjado, otorgando una de los principales factores importantes en su comercialización (Cuevas *et.al.*, 2013).

Pimentón: su principal pigmento es la capsantina. Cuando se adiciona 0.35 mg. en 100 g. de alimento se obtiene un color similar a los huevos que se venden en el mercado (Cuevas *et.al.*, 2013).

Alfalfa: contiene luteína, siendo poco estable a diferencia de la zeaxantina del maíz y por su color menos intenso, adicionando 15 a 20% de harina de alfalfa en la dieta se puede lograr un color adecuado de la yema (Cuevas *et.al.*, 2013).

Algas: poseen un alto contenido de xantofilas. Una mezcla de 10% de harina de *Fucus vesiculosus*, 15% de *Fucus serratus*, empleándose como única fuente de xantofila en la ración es suficiente para producir una adecuada tonalidad en la yema de huevo (Cuevas y otros, 2013).

## **2.20. Absorción y asimilación de carotenoides**

La absorción de los carotenoides en el tubo intestinal está asociada con la membrana intraluminal y eventos intracelulares de los lípidos dietarios, siendo el yeyuno el sitio de absorción de los carotenoides mediante difusión pasiva. Luego de la ingesta del alimento, los carotenoides son liberados desde los insumos mediante enzimas digestivas, que incluyen lipasas y emulsiones adicionales mediante las sales biliares y los fosfolípidos que también participan en la emulsificación de los triglicéridos dietarios y otros nutrientes solubles en grasa como la vitamina A, E, K y D3 (Cisneros, 2016).

Los monoglicéridos formados durante hidrolisis de los triglicéridos, en presencia de las sales biliares, forman micelas mixtas, debido a su tamaño pequeño de estas, se mezclan en el ambiente acuoso del lumen intestinal pudiendo así disiparse; de este modo, evidencia que las micelas sirven como un sistema de provisión para que los carotenoides alcancen la superficie de absorción en el intestino (Cisneros, 2016).

Cisneros (2016), resalta que el tipo de dieta influye en la absorción de los carotenoides, porque la cantidad y tipo de alimentación determinan la secreción biliar, mientras que las sales biliares determinan la formación de micelas. Siendo el mecanismo de absorción de los carotenoides la difusión pasiva a través de las membranas de borde cuticular del epitelio de la mucosa intestinal del duodeno y yeyuno.

Las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) sirven como sistema de transporte para los carotenoides. Estas partículas circulan en el torrente sanguíneo transportando lípidos exógenos y endógenos en el plasma (Cisneros, 2016).

## **2.21. Depósito de carotenoides**

La VLDL (lipoproteína de muy baja densidad específica de la yema) es el principal sistema de provisión de carotenoides dentro del desarrollo de los oocitos la cual es inducida por los estrógenos. Las VLDL en gallinas ponedoras, tienen un diámetro es cerca de 30 nm, más pequeño que en las gallinas inmaduras y también las VLDL llamadas yema específica (Cisneros, 2016).

La VLDL y de tamaño pequeño, permite que pase mediante una lámina basal granulosa del folículo del ovario y se enlace al receptor LR 8 en el oolema (membrana que recubre la yema) mediante la apo B 100. La asimilación mediada por el receptor de una VLDL y intacta mediante el enlace al receptor apo B folicular para la endocitosis, lo cual significa que los carotenoides presentes en la VLDL y se transportarán al folículo en desarrollo (Cisneros, 2016).

### **2.22.1. Factores que influyen en la pigmentación de la yema de huevo**

Existen diferentes aspectos que influyen en la obtener una pigmentación adecuada de la yema de huevo, no solo la cantidad y el tipo de xantofilas disponibles en la ración.

Scott y otros, 1968, citado por Mamani (2014) da a conocer resultados de la comparación de los niveles de deposición de pigmentos en la yema de huevo de gallinas Leghorn blanca adicionando a las dietas carotenoides sintéticos ( -apo-8'-carotenal) y algunas fuentes naturales de xantofilas, en los cuales observaron que la capacidad genética de absorber y depositar xantofilas en la yema de huevo varía entre líneas, a su vez; algunas xantofilas logran pigmentar con más eficiencia la yema de huevo que otras fuentes y, algunas fuentes de xantofilas dan una tonalidad hasta ciertos niveles y luego tienden a descender en coloración conforme se aumenta el nivel de éstas en la ración.

Según Hamilton y Parkhus, (1990) citado por Mamani (2014), resaltan que conforme se incrementan los niveles de carotenoides en la ración, la concentración de los mismos en la yema de huevo se incrementará en la misma proporción. A su vez la grasa es un ejemplo claro de que influye positivamente en el depósito de carotenoides.

El estado sanitario de las ponedoras, especialmente contar con una salud intestinal óptima, siendo éste factor el que influye positivamente en el color de la yema. La coccidiosis reducen la coloración de las yemas de huevo; la inoculación de *Eimeria acervulina* interfiere en la absorción de carotenoides en el intestino delgado. Los factores genéticos, sistemas de alojamientos de los animales; a su vez, el tiempo, las condiciones y la temperatura de almacenamiento de los huevos influyen así mismo al color de la yema (Panigrahi y Plumb, 1996, citado por Mamani, 2014).

### **2.23. Importancia de los pigmentos en avicultura**

Carranco (2012), señala que las fuentes más importantes de carotenoides empleados en la formulación de raciones para gallinas de postura son el maíz, gluten de maíz, la alfalfa; debido a que contienen carotenoides como luteína, zeaxantina y xantofilas. Pero los niveles de carotenoides presente en los ingredientes del pienso no son constantes y suficientes para lograr una pigmentación aceptable para el mercado consumidor. Es por ello que se opta por la adición de xantofilas amarillas y rojas a los alimentos para complementar los niveles de carotenoides y lograr obtener el color de la yema deseado de una forma constante.

La preferencia por tonalidades más intensas en cuanto a la coloración de yema de huevo, varía de acuerdo a las exigencias y culturas de diferentes países. Estudios realizados en diferentes países como Alemania, Francia, Italia, España y Polonia, dan un indicador que los consumidores asocian colores de yema naranja-rojiza con una mejor calidad de huevo, ya que vinculan el color de la yema con la salud de las aves, realizando sus compras de acuerdo a este criterio.

De este modo, es relevante conocer las preferencias del consumidor de modo que se tengan en cuenta, así productor avícola debe producir huevos con una tonalidad de yema de huevo que demanda un determinado mercado, el color de la yema ya que es considerado más agradable y de mejor calidad (Williams, 2012).

## 2.24. Alfalfa (*Medicago Sativa*)

Indica que es una planta perene de origen Mediterráneo que vive entre 3 y 12 años, con un alto contenido de vitaminas y minerales que propicia su uso en la medicina y alimentación para ganado. A continuación, se muestra su clasificación y su morfología (Ávila, 2017).

### 2.24.1. Taxonomía de la Alfalfa

#### *Cuadro 5: Taxonomía de la alfalfa*

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Fabales
Familia	:	Fabaceae
Tribu	:	Trifolieae
Género	:	Medicago
Especie	:	<i>Medicago Sativa</i>

Fuente: Gonzales (2018).

## 2.25. Morfología

**Semilla:** Las mismas poseen generalmente forma arriñonada y color amarillento, pero también se pueden encontrar semillas angulares y de coloración que varía desde la verde oliva a distintas tonalidades de marrón (Gonzales, 2018).

**Raíz:** En general, el sistema radical de la alfalfa es robusto y profundo, y su función principal es la absorción de agua. Si no existen impedimentos en el perfil de suelo, la raíz puede alcanzar los 2 a 5 metros en sólo 2 a 4 años de vida (Gonzales, 2018).

**Tallo y Corona:** El tallo primario es cuadrado en su sección transversal y presenta estomas y pelos. No sólo tiene crecimiento primario, sino que también posee un crecimiento secundario que da origen a un eje leñoso o porción perenne, que forma parte de la corona. (Gonzales, 2018).

**Hoja:** La primera hoja de la plántula de alfalfa es unifoliada y de forma orbicular. Las segundas y subsecuentes son pinnaticompuestas o imparipinnadas, y se originan en el ápice del tallo. (Gonzales, 2018).

**Flor:** La flor se desarrolla cuando el ápice del tallo pasa del estado de crecimiento vegetativo al reproductivo. Este cambio, que se llama transición, comienza con la aparición de una protuberancia en la axila del primordio foliar, adyacente al ápice del tallo. (Gonzales, 2018).

## **2.26. Harina de Alfalfa**

La harina de alfalfa es un buen suplemento para las raciones ya que es un producto de alto valor biológico y por su fácil preparación es recomendable añadir a las raciones de nuestros animales, con la única condición de que tengamos una buena dotación de alfalfa fresca para poder realizar la elaboración de la harina (Gonzales, 2015).

### **2.26.1. Características Nutritivas de Harina de Alfalfa**

- Biodisponibilidad (contiene todos los aminoácidos esenciales y muchos no esenciales).
- Gran cantidad de vitamina K.
- Mayor cantidad de vitamina C que los cítricos.
- Vitamina A, D, E, ácido fólico, grupo B y carotenos.
- Muchos minerales, como el potasio, magnesio, calcio, hierro, azufre, cobalto y otros más.
- Es una fuente muy buena de Clorofila
- Muy rica en rutina, que es un bioflavonoide. (Gonzales, 2015)

**Cuadro 6: Composición nutricional aproximada de la harina de alfa alfa (*Medicago sativa*)**

<b>Propiedades</b>	<b>Valores</b>	<b>Propiedades</b>	<b>Valores</b>
<b>Materia Seca%</b>	93.000	Treonina%	0.76
<b>Proteína Cruda</b>	17.0	Triptófano%	0.59
<b>EM (kcal/kg)</b>	1580	Histidina%	0.34
<b>Fibra C.%</b>	20.24	Leucina%	1.30
<b>Cenizas%</b>	8.10	Fenilalanina%	0.85
<b>Nifex%</b>	39.60	Fen-Tir%	1.44
<b>ED Mcal/kg</b>	1.20	Valina%	0.97
<b>Lisina%</b>	0.79	Fosforo%	0.21
<b>Arginina%</b>	0.92	Calcio%	1.21
<b>Metionina%</b>	0.31	Sodio%	0.11
<b>Met-Cis%</b>	0.56	Potacio%	1.37

Fuente: (Cerrate, 2013).

### **2.27. Teoría del color**

El color es una sensación que percibimos gracias a la existencia y naturaleza de la luz y a la capacidad de nuestros órganos visuales para transmitir dichas sensaciones al cerebro. Según Newton, el color es luz blanca que se descompone al atravesar un prisma de cristal (Angarita, 2015).

El color de los cuerpos no es una propiedad intrínseca de ellos, si no que depende de la naturaleza de la luz que reciben. La percepción de un color o de otro se logra debido a una propiedad física de la luz, su longitud de onda (Angarita, 2015).

La teoría del color, es un grupo de reglas básicas en la mezcla de percepción de colores para conseguir el efecto deseado combinando color de luz o combinando colores reflejados en pigmentos (Angarita, 2015).

Goethe, vio el color, como resultante de la interacción de la luz y la oscuridad. Newton y Huygens, definen la oscuridad como una ausencia de luz. Young y Fresnel, demostraron que el color es la manifestación visible de la longitud de onda de la luz (Lozano, 1810).

### **2.28. Sistemas de medición del color**

La organización internacional de luz y color CIE, desarrollo dos importantes sistemas para la evaluación e interpretación de color en términos de números basados en la medición de reflectancia espectral de la muestra (Guía metas, 2009).

Sistema de Medición Valores triestímulo (X, Y, Z) y coordenadas de cromaticidad creado en 1931 por la CIE, basado en la teoría de los tres componentes de color, establece que el ojo humano posee receptores de los tres colores primarios: rojo, azul y verde; y todos los colores son mezclas que se derivan de ellos (Guía metas, 2009).

### **2.29. Abanico colorimétrico DSM**

El Abanico Colorimétrico DSM es el instrumento que es empleado habitualmente para medir el color de la yema de huevo y que ha sido aceptado como estándar en la mayoría de los países del mundo. Cada hoja presente en el abanico hace referencia a un color que ha sido medido por investigadores; por ello se podrá posteriormente reflejar el mismo en la propia yema. A su vez; proporciona una forma sencilla y practica de medir y evaluar el color de la yema, siguiendo las siguientes directrices para asegurar la precisión en la determinación del color (Mamani, 2014).

El método consiste en la comparación visual de la yema bajo una escala de color en forma de abanico, que abarca desde amarillo verdoso hasta naranja profundo. Las quince tonalidades presentes y actualmente cuenta con una más, siendo estas seleccionadas de la banda de yemas ubicadas en el triángulo de color de la comisión internacional de iluminación. Cada uno de los quince tonos puede ser fácilmente diferenciado por el ojo humano, el cual es capaz de lograr detectar longitudes de onda hasta 650 nm, dicha evaluación debe llevarse a cabo contra un fondo neutro, para eliminar de esta manera la influencia de colores

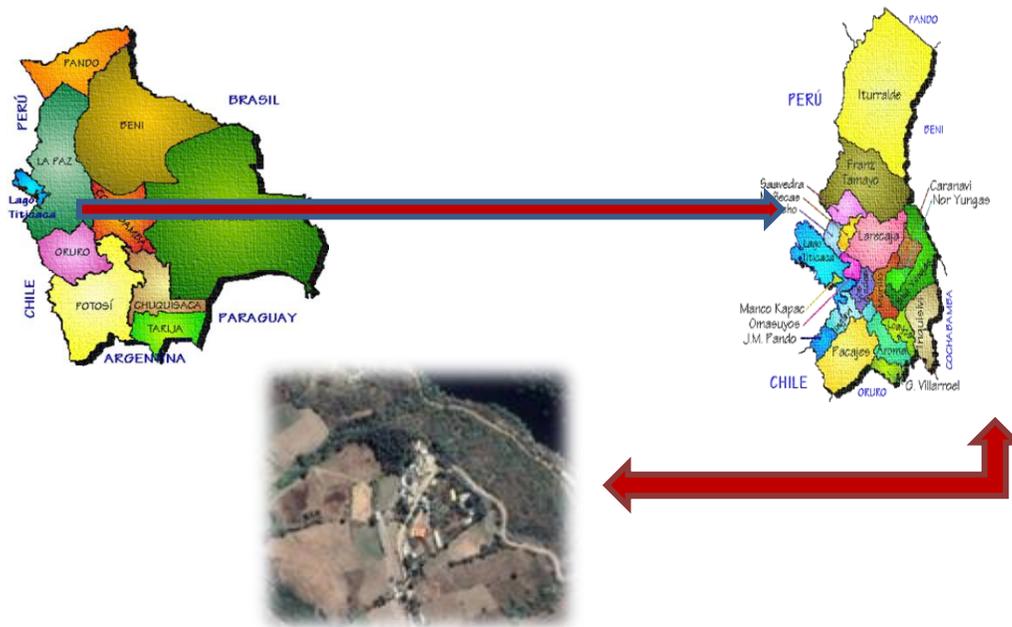
adyacentes, se debe hacer uso de luz solar indirecta, siendo un solo observador el quien haga la comparación visual (Guía DSM, 2016).

### 3. LOCALIZACION

#### 3.1. Ubicación Geográfica

El presente estudio se realizó en la Granja Avícola Ilimani, que se encuentra ubicado en la comunidad de Apinguela perteneciente al municipio de Irupana, en la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz.

La Comunidad de Apinguela, que se encuentra ubicada a una distancia de 127 Km de la ciudad de La Paz, en las coordenadas  $17^{\circ} 25'$  latitud Sur y  $66^{\circ} 16'$  longitud Oeste, a una altitud de 2550 msnm, con una temperatura promedio de  $22^{\circ}\text{C}$  y una precipitación de 1500 mm (SENAMHI, 2020).



**Figura 1: Ubicación geográfica**

## **4.MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Material biológico**

Para la ejecución del presente trabajo de investigación, se utilizaron 270 aves de postura, de la línea Isa Brown, en la etapa de producción (semana 20 -32 de Postura pico).

#### **4.1.2 Insumos alimenticios**

- 70 qq de alimento balanceado de la empresa molino el paraíso.
- 17 kg de alfalfa

#### **4.1.3. Equipos.**

- Balanza de 10 kg de capacidad.
- Termómetro para la temperatura.
- Comederos.
- Bebederos.
- Bebederos.
- Balanza Electrónica.
- Regla
- Micrómetro

#### **4.1.4. Productos veterinarios**

- Desinfectantes (Cal, Yodo, Duplalin).
- Desinfectante para paredes y pisos del ambiente (hipoclorito de sodio), Antibióticos.

#### **4.1.5. Material de Gabinete**

- Planillas de registro
- Cuaderno de campo
- Computadora
- Calculadora
- Bolígrafos
- Marcadores
- Cámara fotográfica

### **4.2. Metodología**

#### **4.2.1. Acondicionamiento del galpón**

La preparación del galpón consistió en realizar la limpieza y desinfección como medidas de bioseguridad, lavado de paredes, cubiertas y pisos con hipoclorito de sodio al 10% y DUPLALIM al 2%, flameado de paredes, cubiertas y pisos del galpón.

#### **4.2.2. Separación de cubículos**

Se realizó la separación de los 9 cubículos que se utilizaron en el experimento, la superficie de cada cubículo fue de 6 m<sup>2</sup> donde se colocó 30 aves. Para los 9 cubículos se utilizó en total 270 aves de postura.

#### **4.2.3. Preparación del alimento**

Para la preparación del alimento para los diferentes tratamientos se utilizó alimento balanceado comercial adquirido de la empresa molino el paraíso que cumple con los requerimientos nutricionales de las aves de postura, la cual al alimento se adicione los niveles de harina de alfalfa para T1 (2.5%) y T2 (5%), después del pesado se mezcló el alimento

balanceado con la harina de alfalfa sobre una lona limpia con ayuda de una pala hasta lograr una mezcla homogénea, posteriormente se embolso en sacos (yutes) con los respectivos nombres por tratamientos.

#### **4.2.4. Suministro de alimento**

Se ofreció el alimento racionado para cada tratamiento de acuerdo al manual de crianza de aves Isa Brown, el cual recomienda suministrar 120 g./día de ración en la fase de postura.

#### **4.2.5. Recolección y clasificación de huevos**

Los huevos fueron recolectados diariamente a horas 10 am y 17 pm, los mismos fueron pesados y registrados por tratamiento, para este propósito se utilizó una balanza digital. Los huevos recolectados fueron clasificados con una seleccionadora manual y separados en maples de acuerdo a las diferentes categorías, para luego ser comercializados.

#### **4.2.6. Toma de datos**

Para la toma de datos, se seleccionó una muestra de 15 huevos por tratamiento para la evaluación de la pigmentación de la yema de los huevos, haciendo un total de 45 huevos por tratamiento por semana hasta la conclusión del estudio.

#### **4.2.7. Evaluación de la pigmentación de la yema**

Para evaluar el grado de pigmentación de los diferentes tratamientos, se utilizó el abanico de Rouche, (Mamani, 2014).

La escala Roche es un abanico de colores, con colores que van desde el amarillo hasta el rojo numerada del 1 al 15, se emplea en la industria del huevo para determinar la intensidad del color de la yema. Cada color está identificado con un número, por comparación visual en el análisis. Se selecciona aquel color y por tanto el número que más se asemeja al color a la yema objeto de evaluación. (Mamani, 2014).

### 4.3. Diseño experimental

En el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) (Ochoa, 2009), describe que se debe implementar cuando se admite cierta homogeneidad del lugar y material experimental. Para evaluar el efecto de diferentes niveles de harina de alfalfa con respecto al tratamiento testigo se utilizó el siguiente modelo aditivo:

Testigo = 0% de alfalfas en la ración

Tratamiento 1 = 2.5% de alfalfa en la ración

Tratamiento 2 = 5% de alfalfa en la ración

$$Y_{ijk} = \mu + \delta_j + \epsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media de la población

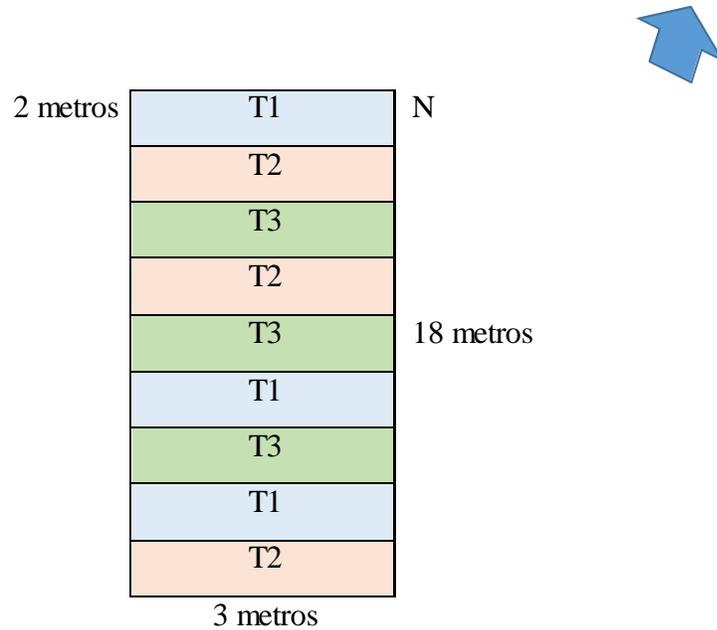
$\delta_j$  = Efecto del j-esimo Factor niveles de harina alfalfa

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

Factor de Estudio: Niveles de Harina de Alfalfa

### 4.4. Croquis experimental

En el siguiente croquis se presentan las medidas de las unidades experimentales que se encuentran dispuestas de manera aleatoria, es decir una a lado de la otra como se muestra a continuación:



**Figura 2 : Croquis experimental**

#### 4.5. Variables de Respuesta

##### 4.5.1. Porcentaje de postura (%P)

Se dividió el número de huevos puestos diariamente entre la existencia de gallinas. (Quintana, 1999)

$$\%P = \frac{\text{Numero de Huevos producidos}}{\text{Numero de Aves}} * 100$$

##### 4.5.2. Conversión Alimenticia

Alcázar (2002), la define como la transformación del alimento que consume el animal en productos animales (huevos, carne, leche, etc.) y responde a la siguiente formula.

$$CA = \frac{CEA}{PTH}$$

CA = Conversión Alimenticia

CEA = Consumo efectivo del alimento

PTH = Peso total de huevos

#### **4.5.3. Peso del Huevo (PH)**

Se pesarán al azar 10 huevos día de cada tratamiento la determinación del calibre del huevo se realiza mediante la pesada individual de cada uno en la balanza analítica (Quintana, 1999).

#### **4.5.4. Diámetro y altura de huevo**

Para la toma de datos se utilizó el calibrador digital (vernier) para medir la altura y el diámetro del huevo (HICA, 2012).

#### **4.5.5. Color de la yema**

El color de la yema se mide mediante dos métodos, empleando el colorímetro y mediante la escala Roche. (Mamani, 2014).

#### **4.5.6. Porcentaje de Mortalidad (M)**

Quintana (1999), Este dato fue calculado con la siguiente fórmula:

$$\%M = \frac{N^{\circ} \text{ muertos}}{\text{total criadas}} * 100$$

#### **4.5.7. Relación de Beneficio/Costo**

Este dato fue utilizado para el análisis de la producción, el cual está relacionado con los ingresos (beneficios) con respecto a la venta de las aves a los cuales se les resta los gastos incurridos para la obtención del producto animal (costo de producción) (Quintana, 1999).

$$B/C = IB/CP$$

Donde

B/C = Relación beneficio costo

IB = Ingresos

CP = Costos de producción

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Determinación de la palatabilidad

Para determinar la palatabilidad se tomó como referencia el consumo total del alimento suministrado a las aves; es así que; todos los tratamientos con alfalfa tuvieron muy buena aceptación desde el primer día. Según Alcázar (1996), un problema frecuente cuando se suministra un alimento nuevo es la palatabilidad de los ingredientes, lo que puede o no afectar la producción, en nuestro el presente estudio no tuvo efecto alguno.

### 5.2. Porcentaje de Postura

A continuación, se presenta el análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de postura. El mejor nivel de alfalfa que tuvo efecto en la tasa de postura fue el T2 con un 92% de postura, El T1 92,1 % y el finalmente el tratamiento testigo de igual forma con el 92,1 %.

**Cuadro 7: ANVA para el porcentaje de postuta**

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
<b>Tratamientos</b>	0,0746666	2	0,0373333	1,172092	0,3249846
<b>Error</b>	0,86	27	0,0318518		
<b>Total</b>	0,9346666	29			

CV= 8,53

En el Cuadro 5, se observa el análisis de varianza, en la fuente de variación tratamientos, se observa que no existe diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ).

Así mismo el coeficiente de variación obtenido es inferior al 30%, que indica que los datos obtenidos en campo son confiables, esta situación se dio porque las condiciones del medio ambiente fueron favorables para las aves.

**Cuadro 8: Análisis de Duncan para porcentaje de postura**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo Duncan 5%</b>
<b>T0</b>	92,1	A
<b>T1</b>	92,1	A
<b>T2</b>	92,0	A

El Manual de crianza Isa Brown (2020) indica que las aves deben tener un porcentaje de 93% cuando la producción es en piso y 96% cuando la producción es en jaula. Los resultados obtenidos en el presente trabajo están muy cerca a los obtenidos por los investigadores del ISA.

Al respecto Bosch (2007), establece que la producción de huevos tiende a declinar, cuando los animales están expuestos a factores medio ambientales desfavorables descendiendo a un promedio por debajo de 84%.

### **5.3. Conversión alimenticia**

Los resultados obtenidos en la conversión alimenticia fueron de 2.3 para el T0, 2.5 para el T1 y 2.7 para el T2.

El cuadro 2 muestra el análisis de varianza de la conversión alimenticia de las gallinas entre tratamientos, donde se observa que estadísticamente se presentaron diferencias estadísticas significativas.

**Cuadro 9: Análisis de varianza de la conversión alimenticia**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Tratamientos</b>	0,0374447	2	0,0273254	1,072093	0,00090847
<b>Error</b>	0,89	27	0,0218519		
<b>Total</b>	0,9274447	29			

CV= 8,16%

**Cuadro 10: Prueba de medias de Duncan para la conversión alimenticia**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo Duncan 5%</b>
T0	2,3	A
T1	2,5	A
T2	2,7	B

Esta significancia estadística podemos atribuir a los dos niveles de harina de alfalfa utilizados en la dieta que presentan una conversión alimenticia diferentes entre sí debido a que un ligero incremento de la fibra puede acelerar el proceso de digestión, haciendo que el alimento transite más rápido por el tracto digestivo, por lo tanto; el animal consume mayor cantidad de alimento lo que no quiere decir que también aumente la cantidad de huevos producidos.

Según el manual de ISA Brown (2020), la conversión de esta gallina debe ser 2,15; este valor es inferior a los obtenidos en el presente trabajo de investigación, esto se debe por las características del alimento comercial adquirido y el mínimo incremento de fibra en la ración que puede afectar el proceso de digestión y absorción de los nutrientes en el tracto de las aves de postura.

En el trabajo de investigación realizado por Marca (2016), donde evalúa el efecto de 4 niveles de alfalfa sobre la tasa de postura, los resultados muestran que no existen diferencias entre fases de postura para conversión alimenticia. En la fase dos y reportó una conversión alimenticia 2.31 con 2% de alfalfa, 2,31 con 6% de alfalfa verde y 2,26 con 4% de alfalfa verde, los resultados obtenidos en el presente trabajo son ligeramente superiores a los antes mencionados.

#### **5.4 Diámetro del huevo**

El diámetro del huevo de los diferentes tratamientos fue de 4,22 cm para el T2 (5%), T1(2.5%) con 4.14 cm y para el Testigo (0%) 4.10 cm.

El cuadro 11 muestra el análisis de varianza para el diámetro de huevo, los resultados presentan diferencias significativas, por efecto de la adición de la harina de alfalfa.

**Cuadro 11: Análisis de varianza para el diámetro de huevo**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Tratamientos</b>	0,0746667	2	0,0373333	1,172093	0,3249847
<b>Error</b>	0,86	27	0,0318519		
<b>Total</b>	0,9346667	29			

CV= 4,3 %

En el cuadro 11, el análisis de varianza para el diámetro de los huevos de las aves, mostró una probabilidad de ( $P < 0.32$ ) esto nos indica que existe una respuesta estadística, registrándose valores diferentes en la diferencia del diámetro de los huevos de los tratamientos.

**Cuadro 12: Prueba medias de Duncan para diámetro de huevo**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo Duncan 5%</b>
T0	4,10	A
T1	4,14	A
T2	4,22	B

De acuerdo a los resultados obtenidos la hipótesis nula es rechazada debido a que existen diferencias numéricas, debido a que mientras mayor sea la cantidad de alfalfa encontrada en la ración mayor será el diámetro del huevo, además a mayor cantidad de alfalfa existe un ligero incremento de proteína cruda, lo que puede afectar en el diámetro del huevo.

ISA Brown (2009-2010), indica que el tamaño del huevo es afectado grandemente por el consumo de proteína cruda, por aminoácidos específicos, tales como la metionina y la cistina, a través de la adición o disminución de los nutrientes se puede manejar el tamaño del huevo. A su vez Vásquez (2014), en su estudio realizado con harina de palqui, el diámetro logrado se debió a la cantidad de alimento consumido y la calidad del mismo en cuanto a nutrientes aportados por la harina de palqui, obteniendo promedios de 4.3 cm.

### 5.5 Altura de huevo

En el análisis de varianza para la altura de huevo, a una probabilidad de ( $P > 0.18$ ) indica que no existe una respuesta estadística. Registrándose valores no significativos en la diferencia de la altura de los huevos de los diferentes tratamientos.

**Cuadro 13: Análisis de varianza para la altura de huevo**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>tratamientos</b>	0,146	2	0,073	1,8099174	0,1829669
<b>Error</b>	1,089	27	0,0403333		
<b>Total</b>	1,235	29			

CV = 3,68%

No existen diferencias estadísticas en la altura de los huevos por efecto de la adición de harina de alfalfa en las raciones de los tratamientos, donde se muestra que el T2 (5%  $H\alpha$ ) presenta una media de 5.54 cm, el cual fue el valor más alto, T1 (2,5%  $H\alpha$ ) con una media de 5.44 cm, y el Testigo (0%  $H\alpha$ ) presento una media de 5.48 cm mismo efecto en la altura de los huevos, observándose que la adición de harina de alfalfa no afecta en la altura de los huevos, por lo cual aceptamos la hipótesis nula.

Estos resultados son apoyados por Parada (1994), que indica; que el tamaño de los huevos no es una característica afectada por las raciones o por la alimentación suministrada. Ya que es una variable afectada por la genética de las aves de postura ya que pueden variar el tamaño de los huevos por milímetros.

Según ISA Brown (2005 - 2007), las diferencias en la altura de huevos se deben al comportamiento del peso corporal de las aves y que a su vez está en función al consumo de alimento producto de la adición de diferentes niveles de harina de alfalfa en la ración, lotes que estén consumiendo menos que 285 Kcal. /ave/día durante el período de postura tienden a sufrir bajas típicas después de la producción máxima y el tamaño del huevo disminuye.

Quintana (2014) y Vásquez (2009), explican que las diferencias en la altura del huevo se deben al comportamiento del peso corporal de las aves y está en función al consumo de

alimento producto de la adición de diferentes niveles de harina de alfalfa en la ración, obteniendo promedios de 5.3 cm.

### **5.6 Peso del huevo**

En el cuadro 5, se presenta el análisis de varianza para el peso de los huevos de las aves que mostró una probabilidad de (0.0235), mostrando que, si existe una respuesta estadística, registrándose valores significativos en la diferencia del peso de los huevos.

**Cuadro 14: Análisis de varianza para el peso del huevo**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Tratamientos</b>	64,2666667	2	32,1333333	7,63732394	0,00235142
<b>Error</b>	113,6	27	4,20740741		
<b>Total</b>	177,866667	29			

CV = 3,8%

El T2 presento un valor de 62.8 g, siendo este valor superior respecto al T1 con un valor de 59.8 g y Testigo con 59.6 g, estos últimos son estadísticamente iguales, por lo cual rechazamos la hipótesis nula, ya que la presencia de harina de alfalfa en la ración si afecta en el peso del huevo.

**Cuadro 15: Prueba de medias de Duncan para el peso de huevo**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio (gr)</b>	<b>Grupo Duncan 5%</b>
T2	62,8	B
T1	59,8	A
T0	59,6	A

Estas diferencias en el peso del huevo consideramos se debe al cambio de alimento entre tratamientos, así como indica Buxade (2015), que las diferencias en el peso de huevo en aves de la misma línea, se manifiestan al iniciar la postura debido a la variación del peso corporal, así como al cambio de alimento que es muy marcada sobre todo en el primer ciclo de puesta.

Al respecto ISA Brown (2010), indica que entre más peso tenga el ave al poner su primer huevo, los huevos subsiguientes serán más grandes durante toda la vida del ave, la tasa de

madurez está relacionado con el tamaño corporal, pero en general cuanto más temprano comience la producción de un lote, el tamaño del huevo será más pequeño, y de la misma manera entre más tarde se llegue a la madurez, los huevos serán más grandes.

Vásquez (2014), en su trabajo de investigación con niveles de harina de palqui concluye que las diferencias en el peso de los huevos se atribuyen a la incorporación de un ingrediente nuevo en la ración.

### 5.7 Pigmentación de la yema de huevo

El grado de pigmentación de la yema de huevo en el T2 dio un resultado de 5 y el tratamiento T1 y T0 con un resultado de 2.5.

El uso de la harina de alfalfa, mostró interacción altamente significativa ( $p < 0.01$ ), en la pigmentación de la yema de huevo.

**Cuadro 16: Análisis de varianza de la pigmentación de la yema de huevo**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Tratamientos</b>	9,6	2	4,8	14,241758	5,98683
<b>Error</b>	9,1	27	0,337037		
<b>Total</b>	18,7	29			

La pigmentación de yema huevo, presentó variación altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre el T2 y los demás tratamientos.

**Cuadro 17: Prueba de medias de Duncan para la pigmentación de la yema**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo Duncan 5%</b>
T2	5	A
T0	2,5	B
T1	2,5	B

Esta diferencia significativa se debe a la cantidad de carotenos disponibles en cada uno de los tratamientos, siendo mayor en el T2 por la cantidad de harina de alfalfa utilizada (5%).

### 5.8 Índice de mortalidad

El periodo de estudio se inició en la semana 20 y concluyó en la 33, en esta etapa no se presentó ningún caso de mortalidad.

### 5.9 Análisis Económico

Los resultados obtenidos consideran los costos parciales por tratamiento, son los que se muestran a continuación:

*Cuadro 18: Análisis de beneficio/costo*

<b>BENEFICIO COSTO POR TRATAMIENTO</b>			
<b>TRATAMIENTO T2</b>	<b>Gastos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>B/C</b>
	11670,4	11955	<b>1,0</b>
<b>TRATAMIENTO T1</b>	<b>Gastos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>B/C</b>
	10680,4	11968,2	<b>1,1</b>
<b>TRATAMIENTO T0</b>	<b>Gastos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>B/C</b>
	9690,4	11968,2	<b>1,2</b>

Según Salinas (2002), por los resultados obtenidos con el T0, se logrará obtener una ganancia de 0.2 Bs por cada boliviano invertido, logrando rentabilidad en la producción. Por otro lado, la relación beneficio/costo al utilizar 2,5 % de harina de alfalfa, es menos rentable con una ganancia de 0.1 Bs por cada boliviano invertido, finalmente el tratamiento 2 con un beneficio/costo de 1,0 cuya rentabilidad es menor a los anteriores tratamientos y en este caso la actividad productiva no es rentable.

## 6. CONCLUSIONES

- En porcentaje de postura el T2 registro 92% de postura, el T1 y T0 registraron 92,1 %.
- Los resultados obtenidos en la conversión alimenticia fueron de 2.3 para el T0, 2.5 para el T1 y 2.7 para el T2
- En la variable diámetro del huevo, el T2 (5% de alfalfa) presento una media de 4.22 cm, el T1 (2.5 % de alfalfa) con 4.14 cm y finalmente el T0 (0% de alfalfa) que presenta 4.10 cm.
- En la variable altura del huevo, el T1 alcanzó una altura de 5.44 cm., el T2 con 5.54 cm y el Testigo con 5.48 cm.
- En la variable peso del huevo el T2 presento un valor de 62.8 g, siendo este valor superior con respecto al T1 con una media de 59.8 g y finalmente el T0 con 59.6 g.
- En la variable pigmentación del huevo, el T2 alcanzó un valor de 5 en la escala de Rouche, el T1 y el T0 con 2,5, siendo estos dos últimos estadísticamente iguales.
- El mejor beneficio/costo obtenido es del T0 (1.2), seguido del T1 con 1.1 y finalmente el T2 con 1.0, siendo este último no rentable.

## 7. RECOMENDACIONES

- Para pigmentar la yema de huevo utilizar el 5% de harina de alfalfa en la ración para aves de postura de la línea Isa Brown, aunque se debería considerar los costos de producción.
- Realizar investigaciones similares, tomando en cuenta mayores porcentajes de harina de alfalfa para evaluar el grado de pigmentación en la yema de huevo.
- Buscar nichos de mercado que paguen mejor por el precio de huevo cuya yema fue pigmentada de manera natural con harina de alfalfa.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Adan. (2013). (Asociación de avicultura de Cochabamba). Producción avícola.
- Alcazar. (2012). Ecuaciones Simultáneas y Programación Lineal como Instrumentos para la Formulación de Raciones. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Fundación W. K. Kellog. Proyecto Unir - UMSA. Ed. La Palabra Editores. La Paz. Bol. Pp. 202.
- Amaya, H. (2014). Guía de Mejoramiento de la Crianza de Aves de Traspatio. Proyecto CENTA – FAO - Holanda. Pp 10 – 16.
- Antezana. (2011). Compendio de Elementos, Contables, de Costos y Técnicas de Producción Pecuaria para Productores. Pp. 187.
- Avila. (2010). Alimentación de las Aves. Ed. Trillas Segunda Impresión. Pp 52 – 58.
- Aviland. (2011). Guía de Manejo de Ponedoras, ISA BROWN y LOHMANN BROWN CLASSIC. Pp. 55.
- BROWN, H. –L. (2015.). Hy line Australian Pty Ltd. disponible en: <http://www.hyline.com.au/brown.shtml>.
- Castañón. V. 2010). Manual de Apuntes de Nutrición. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Pp. 127 – 129. La Paz - Bolivia. Pp 16 – 90.
- Báez, J. 2011. Generadores de colores naturales: carotenos y xantofilas Blas, B., Gonzales, G. 2011. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Carrasco, M. 2012. Inclusión de Harina de cabezas de camarón (*Panaeus sp*) en raciones para gallinas ponedoras y su efecto sobre la concentración de pigmento rojo en yema y calidad de huevo. (Tesis posgrado), Universidad de Colima, Tecomán, México.
- Cuevas, B., Díaz, G., Molina, A., & Retanal, C. (2013). Pigmentos utilizados en raciones de gallinas ponedoras.
- Fernandez, S. 2014. Pigmentación del pollo de engorde. Seminario Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde, AMEVEA, recuperado <http://www.elsitioavicola.com/articles/2658/pigmentacion-en-pollo-deengorde/>
- García, M. 2011. Evaluación de complejos enzimáticos en alimentación de pollos de engorde. Tesis Ing. Agronomo. Madrid, España, Escuela Politécnica de Madrid. p 170.
- Gómez, J. y Valero, J. 2016. Aviornis Internacional. El huevo, pág 43.

- Guía DSM. 2016. Guía para la pigmentación de la yema de huevo. DSM Nutritional Products, Suiza.
- Guía Metas. 2010. La guía metas 2009: <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-09-07-Medicion-decolor.pdf>
- Huyghebaert, G. 2013. Fisiología de la puesta, con énfasis en la calidad de cáscara. Conferencia de DSM Nutritional Products, Guadalajara, 2005.
- Karunajewa, H. 2012. Factores influyentes en la pigmentación de la yema de huevo.
- Luna, Candy. 2014. Uso de polvillo de arroz con adición de complejo multienzimático, en dietas de aves de postura comercial. Tesis. Universidad Privada Antenor Orrego, Perú.
- López, C. 2017. Pigmentos avícolas y sanidad intestinal, recuperado: [ysanidad-intestinal.html](http://ysanidad-intestinal.html)
- López, E. 2015. Aspectos Básicos sobre Pigmentación en piel de pollo, CAROTENOIDES Y XANTOFILAS. Recuperado: <http://www.midioteca vipec.com/avicultura/avicultura220206.htm>
- Lozano, P. 2011. La teoría del color de Goethe. Recuperado: <http://proyectoidis.org/la-teoria-del-color-de-goethe/>
- Mascarrel, J y Carné, S. 2011. Pigmentos naturales: Combinación de xantofilas amarillas y rojas para optimizar su utilización en broilers. naturales-Macarrel-Carne-ITPSA SA201112-pdf.
- Mamani, E. 2014-2017. 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. Tesis, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Mendoza, C., Pino, J. 2013. Efecto pigmentante de 3 fuentes de xantofilas sobre la yema de huevo.
- Palomino, R. 2003. Gallinas Ponedoras, (Crianza, Razas y Comercialización). Ed. Ripalme. Lima – Perú. Pp 16 – 90.
- Parada, C., 1994. Apuntes de Productos Animales. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Consultado el 6 de noviembre de 2011. Pp. 12-

126. Disponible en: E-mail:teularet@pv.ccoo.es.
- Quispe, E 2001. Formulación de Raciones Balanceadas en Aves y Cerdos, en Base a los Requerimientos de la Isa Brown, de Acuerdo a la Edad y Etapa de Postura.
- Quintana J. 1999. Manejo de las Aves Domésticas más Comunes. Tercera Ed. Trillas. Pp. 17 – 19.
- Senamhi 2011. Boletín Meteorológico del Departamento de La Paz Plan de Desarrollo de la Provincia Murillo - La Paz. Pp. 12.
- Sanchez, R.C. 2003. Crianza, Razas y Comercialización de Gallinas Ponedoras. Ed. Ripalme. Pp. 9 – 50.
- Sanchez, Z.G. 2004. Curso de Actualización en Avicultura. Universidad de Antioquia. Ed. Colombia. Pp. 45.
- Schopflocher, R. 1989. Avicultura Lucrativa. Buenos Aires, Argentina. Ed. Albatros. Pp. 189 – 208
- Scholtyssek, S.1996. Manual de Avicultura Moderna Universidad Hohenheim. Escuela Superior de Agricultura Ed. Acribia Zaragoza – España. Pp. 67 – 97.
- Vásquez, B. 2009. Evaluación del Efecto de Tres Niveles de Harina de Palqui (*Acaceafe deanaharms*), en Aves de Postura de la Línea Isa Brown, en la localidad de Patirana Provincia Nor Chichas Departamento de Potosí. UMSA. Pp. 55 – 60.
- Zamorano, R. 2001. Manual de Explotación de Gallinas Ponedoras “Manual Técnico”. [En línea]. Versión en HTML 2001. Pp. 125 – 126.[Consulta: 30 de agosto 2011]. [org/documentos/técnicos/manual\\_gallinas\\_ponedoras.pdf](http://org/documentos/técnicos/manual_gallinas_ponedoras.pdf).

# **ANEXOS**



*Figura 4: Gallina Isa Brown*



*Figura 3: Planta de alfa alfa*



*Figura 5: Abanico de colores*



*Figura 6: Separación de cubículos*



*Figura 7: Preparación del alimento*



*Figura 8: etiqueta del alimento comercial*



*Figura 9: ingredientes del alimento comercial*



*Figura 10: Recolección de huevos*



*Figura 11: Suministro de alimento*



*Figura 12: mezcla de alimento*



*Figura 9: Ambientes del experimento*



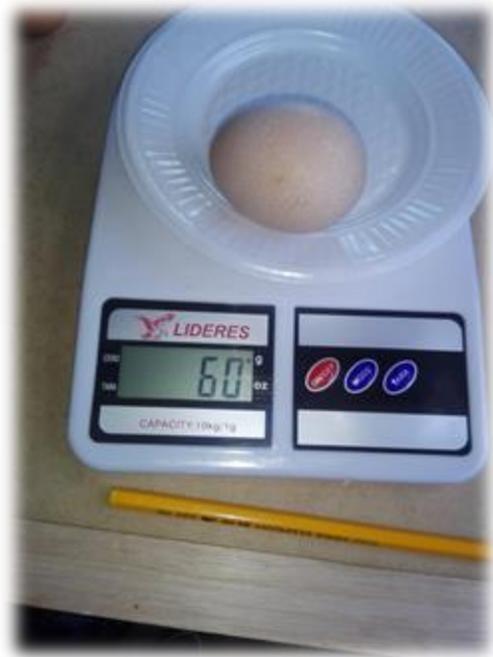
*Figura 8: Abanico de colores*



*Figura 10: Toma de pigmentación con abanico de colores*



*Figura 12: Limpieza de huevos*



*Figura 11: Pesado de huevos*



*Figura 14 :Limpieza de bebedores*



*Figura 13: embolsado de alimento  
mesclado en sacos*



*Figura 15: Clasificación de huevos*