

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
ESPECIALIZACION EN PRODUCCION ANIMAL



TRABAJO INTEGRADOR

**INFLUENCIA DE LA UTILIZACION DE
HIERRO ORGANICO COMO MEJORADOR
DE LA PIGMENTACION DE LA CASCARA
EN GALLINAS COMERCIALES DE HUEVO
COLOR DE ALTA PERSISTENCIA
PRODUCTIVA**

AUTOR:
MV MARCELO CESAR RICCI
Consultor Avícola Independiente

DIRECTOR DEL TRABAJO:
MV GABRIEL MALLO, MSc

INTRODUCCION

Las gallinas ponedoras comerciales actuales, a través de los programas de selección por productividad al que han sido sometidas durante más de 60 años, han llegado al punto en el cual están preparadas para afrontar ciclos productivos de más de 70 semanas de duración, manteniendo altos niveles de producción, convirtiendo en forma eficiente el alimento que consumen en un producto de alto valor nutricional, como lo son los huevos.

Como los ciclos son cada vez más prolongados, hay que trabajar intensamente en todos los aspectos: manejo, sanidad, nutrición, de tal forma que las aves sean capaces de mantener una buena calidad interna y externa del producto, durante todo el ciclo productivo.

En la actualidad, las ponedoras de huevo color, tienen la capacidad de producir más de 400 huevos por gallina alojada, a las 90 semanas de vida. Esto representa una masa acumulada de más de 25 kg. de huevo en ese período. La conversión acumulada durante este período es de alrededor de 2 kg de alimento por kg de huevo producido, lo cual muestra el alto grado de eficiencia alcanzado por la selección continua de las aves de mayor productividad. (Guía de Manejo Hy line Brown, 2019).

El verdadero desafío a vencer durante este extenso ciclo productivo, es el de mantener una excelente postura, con la menor pérdida de calidad interna y externa del huevo. El objetivo, por lo tanto no es solamente producir la mayor cantidad de huevos, sino que estos sean vendibles, con características que sean valoradas por los consumidores.

La cáscara del huevo representa alrededor del 10% del peso del huevo. Tiene un espesor aproximado de entre 0,35 y 0,4 mm, y está compuesta en un 90% por carbonato de calcio. A su vez tiene entre 7.000 y 15.000 poros que permiten el intercambio gaseoso con el exterior.

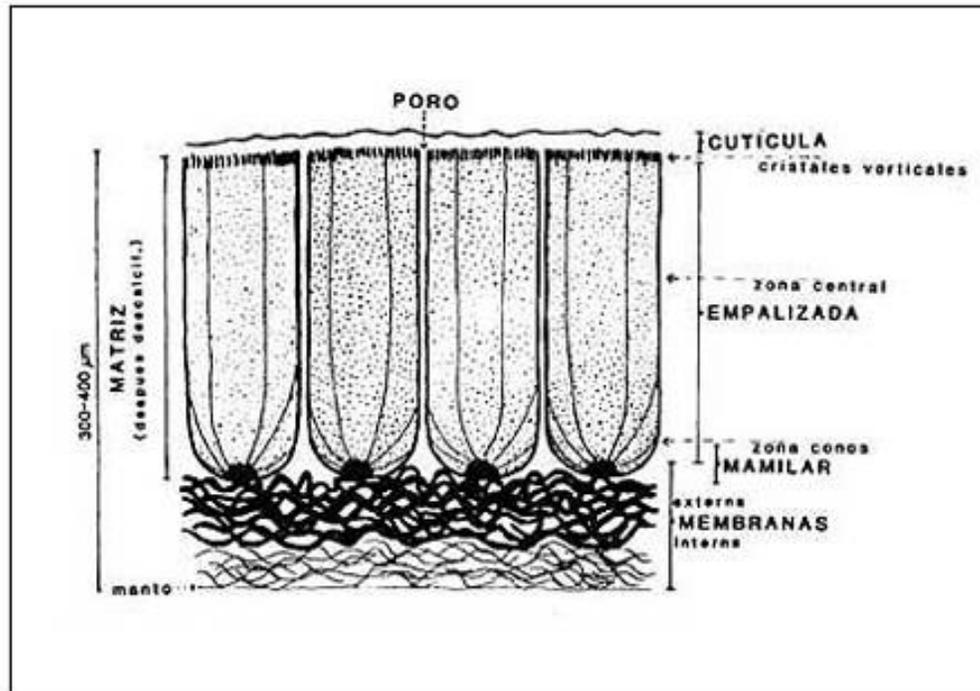
El color de la cáscara del huevo en gallinas ponedoras de huevos marrones es una característica valorada por los consumidores, especialmente en los países occidentales. Alteraciones en el color de la cáscara, a menudo se asocian con el aumento de la edad de las aves, condiciones de stress y enfermedades respiratorias, por lo cual, se debe poner énfasis en realizar prácticas de manejo adecuadas, reducir el stress y en prevenir enfermedades que lleven a una pérdida de producción, acompañada con deterioro en la calidad de la cáscara, además de dar una nutrición adecuada a las aves. (Mertens y col, 2010).

La cáscara del huevo es una estructura mineralizada, que se forma en la glándula de la cáscara dentro de la última parte del oviducto de las aves (útero), durante un período de aproximadamente 18 horas. Posee una matriz orgánica, sobre la cual se van a depositar minerales, fundamentalmente en forma de columnas de carbonato de calcio.

La estructura de la cáscara está compuesta por:

- Membranas testáceas (interna y externa): Entramado de fibras proteicas con cubierta de hidratos de carbono.
- Capa mamilar: Núcleos o conos anclados en las fibras de la membrana testácea externa, sobre los cuales se deposita la capa de empalizada. Comprende 1/3 a 1/5 del espesor total de la cáscara.

- Capa de empalizada: Columnas de carbonato de calcio (calcita), que se entrelazan entre sí.
- Capa de cristales verticales
- Cutícula que cubre los poros. Actúa como una primera línea de defensa contra la penetración microbiana y regula el intercambio gaseoso a través de la cáscara.



Estructura de la cáscara (tomado de Arias, Fernández 1989)

En la glándula de la cáscara, la deposición de sales de calcio sobre las membranas de la cáscara es relativamente lenta durante las primeras 3 o 4 horas, acelerándose y volviéndose lineal hasta que el huevo está terminado.

Pigmentación de la cáscara

El color marrón de la cáscara de huevos, en las gallinas ponedoras comerciales de huevo color, es determinado principalmente por la genética de las aves.

La pigmentación ocurre en las etapas finales de la formación del huevo, y proviene de la deposición de protoporfirinas que se depositan en las capas calcáreas externas de la cáscara del huevo y en una cantidad menor en la cutícula.

El principal pigmento implicado es la protoporfirina IX, sintetizada mayoritariamente a partir de la hemoglobina sanguínea, por parte de las células superficiales de las glándulas calcíferas de las porciones distales del oviducto.

El segundo pigmento en importancia para la coloración definitiva del huevo es la biliverdina y su quelato de Zinc (Mertens y col., 2010).

Las porfirinas forman complejos con iones metálicos, como el hierro, magnesio y calcio, por lo que la ingesta, absorción y distribución de estos metales tienen influencia en el color definitivo que adquiere la cáscara de los huevos de las gallinas productoras de huevos marrones. Entre los minerales que intervienen en este proceso de pigmentación de la cáscara, el más importante es el hierro, que brinda el tinte rojizo amarronado característico.

A medida que las gallinas avanzan en edad, naturalmente van perdiendo calidad de cáscara y los huevos se van haciendo más desparejos en su coloración. Esto hace que sea importante tratar de mantener la calidad y coloración de la cáscara, para que los huevos tengan un mayor valor comercial, de acuerdo con la preferencia de clientes y compradores.

Las aves de postura tienen un requerimiento mínimo de hierro, indicado en las guías de manejo de cada empresa genética (Cuadro 1). Éste debería ser diferente para gallinas blancas y de color, por la necesidad de pigmentar la cáscara del huevo. Sin embargo, las recomendaciones de las casas genéticas no distinguen un requerimiento específico para cada línea, de acuerdo al color de la cáscara del huevo producido.

Cuadro 1: Requerimiento mínimo de hierro en etapa de producción sugerido para diferentes líneas genéticas.

Línea genética	Bovans white	Bovans Brown	Hy line Brown	H&N Brown Nick
Ppm	60	60	40	25
Referencia	Nutrition management guides, Bovans, 2010		Manual de manejo Hy line Brown, 2017	Manual de manejo H&N Brown Nick, 2019

Existen diferentes fuentes para suministrar hierro en la dieta de las aves, con distinto grado de biodisponibilidad y aprovechamiento.

Este mineral, se encuentra comercialmente disponible para suministrar a aves en dos formas:

- Orgánico: a) con hierro hemo, proveniente de harinas de origen animal; b) con hierro no hemínico, contenido en las harinas de origen vegetal; c) como hierro quelado con aminoácidos, oligopéptidos, azúcares, etc.
- Inorgánico: como sales de hierro, siendo usual la utilización de sulfato ferroso.

El hierro inorgánico por acción del ácido clorhídrico del estómago pasa a su forma reducida, ferroso (Fe^{2+}), que es la forma química soluble capaz de atravesar la membrana de la mucosa intestinal. Cuando está en forma férrica (Fe^{3+}), tiende a agregarse y precipitar con pH mayores a 5, siendo menor su biodisponibilidad. (Blanco, 2012)

Aunque el hierro puede absorberse a lo largo de todo el intestino, su absorción es más eficiente en el duodeno y la parte alta del yeyuno, donde el pH es superior a 5,7. La membrana de la mucosa intestinal tiene la facilidad de atrapar el hierro y permitir su paso al interior de la célula, debido a la existencia de un receptor específico en la membrana del borde en cepillo.

Algunas sustancias como el ácido ascórbico, ciertos aminoácidos y azúcares pueden formar quelatos de hierro de bajo peso molecular que facilitan la absorción intestinal.

El hierro hemo atraviesa la membrana celular como una metaloporfirina intacta, una vez que las proteasas endoluminales o de la membrana del enterocito hidrolizan la globina. En el citosol de los enterocitos, la hemoxigenasa libera el hierro de la estructura tetrapirrólica y pasa a la sangre como hierro inorgánico, aunque una pequeña parte del hemo puede ser transferido directamente a la sangre portal.

Entre los inhibidores de la absorción de hierro figuran la ingesta de fosfatos, fitatos, calcio, lignina y taninos, que combinados con el hierro forman quelatos insolubles, que se eliminan a través de las heces.

Cuando suplementamos hierro ligado a aminoácidos, aprovechamos las vías de absorción de los aminoácidos, como canal de absorción del hierro (transporte activo dependiente de sodio y transporte pasivo por difusión facilitada).

Por este motivo, se ha propuesto la suplementación de complejos metal aminoácidos, como forma de mejorar la disponibilidad de metales necesarios para el metabolismo de las aves, en este caso específico mejorando la disponibilidad de hierro.

Teniendo en cuenta esto, sería esperable poder lograr una mejor coloración de la cáscara del huevo de las aves, suplementando una fuente de hierro orgánico, de alta disponibilidad, como complejos metal aminoácidos, en el alimento que consumen las aves (Ashmead, 1993) y en caso de reemplazar minerales inorgánicos por orgánicos, se podría disminuir la bioacumulación de minerales en el ambiente y mejorar la transferencia de éstos a los huevos, mejorando su calidad (Baoi y col., 2005 y Xiao y col. 2016).

OBJETIVO:

Evaluar la evolución de la pigmentación de la cáscara de gallinas color replumadas, suplementando una fuente de hierro orgánico adicional comparando con un lote control recibiendo únicamente hierro inorgánico provisto en el núcleo vitamínico mineral.

MATERIALES Y METODOS

Lugar: Granja de postura comercial en Zapiola, Provincia de Buenos Aires.

Fecha de la prueba: 21/4/2018 al 31/7/2018

La granja donde se realizó la prueba cuenta con 5 galpones del tipo californiano, con un pasillo central y 3 hileras en altura de jaulas, como medias pirámides a cada lado.

La capacidad aproximada de cada galpón varía entre 8.000 y 11.000 aves, dependiendo que se alojen aves coloradas (3 por jaula) o aves blancas (4 por jaula).

Dado que las jaulas miden 30 x 45 cm, cada gallina colorada dispone de un espacio de comedero de 10 cm/ave y 450 cm² por ave.

Los laterales del galpón son abiertos, con cortinas, que se suben y bajan manualmente, para permitir un relativo control de la temperatura y ventilación.

En el pasillo central hay lámparas LED cálidas de 5-6W, a unos 2,5 metros de altura, cada 6-7 metros que brindan a las aves una adecuada iluminación en los horarios en que no hay

iluminación natural, completando en esta forma, días de una duración percibida por las aves como de 16 horas.

Durante la noche, se suplementa una hora de luz a medianoche, separada del fin del día y del inicio del día siguiente 3,5 horas, siendo las horas de iluminación de las aves, entre luz natural y artificial: de 5:00 a 21:00 hs + 1 hora de luz a medianoche de 0:30 a 1:30 hs.

La alimentación se realiza en canaletas, con tolvas que dejan una capa de alimento de unos 2 cm. de espesor, de punta a punta del galpón. Estas tolvas se movilizan 3 veces al día, de tal forma que en todo momento las aves tengan alimento a disposición. Por la tarde, después de las 16 horas, 3 días por semana se suplementa calcio, en forma de 2 a 3 gramos por ave de conchilla gruesa, para que las partículas vayan liberando calcio durante las horas siguientes (incluidas las horas de la noche) y haya calcio disponible para su absorción y aprovechamiento para la formación de la cáscara, en el horario en que las aves no consumen alimento.

La provisión de agua se hace por tanques internos, conectados a una línea de agua que provee un bebedero tipo niple por jaula.

Por debajo de las jaulas se acumula guano, el cual se retira periódicamente, cada 3-4 meses, en forma manual.

El techo del galpón es de chapa, con aislación con una capa interna de poliuretano expandido, de aproximadamente una pulgada de espesor.

No hay ventiladores ni equipos de aspersión, por lo que el control de temperatura se realiza por medio del manejo de las cortinas y aprovechando el aislamiento de los techos.

Animales experimentales:

Gallinas ponedoras de huevo color, H&N Brown Nick, nacidas el 28/6/2016, que al iniciar la prueba contaban con 94 semanas de vida.

La muda forzada de estas aves se realizó a las 76 semanas de vida, durante 4 semanas, reiniciando la producción a las 80 semanas de vida.

Por lo tanto, al momento del inicio de la prueba, las aves llevaban 14 semanas de producción de huevos postmuda. En ese momento se realizó el primer muestreo, cuando ambos lotes consumían el mismo alimento control (PreExperimental).

La prueba tuvo una duración total de 14 semanas, habiéndose realizado 6 tomas de muestras, cada aproximadamente 2 semanas, de ambos lotes (control y tratado). Las últimas 2 semanas de la prueba ambos lotes recibieron alimento control, sin el agregado de hierro orgánico y se tomó una última muestra (PostExperimental).

Cronograma del ensayo

El comienzo del ensayo se determinó en cuanto las aves estabilizaron su peso y su producción luego de la muda forzada. El cronograma de la experiencia se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2: Cronograma del ensayo

Fecha	Toma de muestra	Período	Semana	Semana Post muda	Tratamiento	
					1	2
					Galpón 2	Galpón 3
					Alimento	
21 / 4	1	Pre – Exp	1	14	Control	Control
30 / 4	2	Experimental	3	16	Control	Tratamiento
14 / 5	3		5	18		
4 / 6	4		8	21		
18 / 6	5		10	23		
30 / 6	6		12	25		
16 / 7	7	14	27	Control	Control	
30 / 7	8	Post – Exp	16			29

La dieta utilizada se formuló con las materias primas disponibles para cubrir los requerimientos nutricionales durante el período de postmuda. Fue basado en las recomendaciones usuales para gallinas mayores de 60 semanas (Fase 2). La composición del alimento y sus aportes nutricionales calculados se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Composición de la dieta y valores nutricionales calculados.

MATERIAS PRIMAS (%)		VALORES NUTRICIONALES CALCULADOS	
Maiz amarillo 7.5%	60,630	Energia Metabolizable	
Soja expeller	13,991	ave	2.820,0000 Kcal
Conchilla	10,124	Proteina Bruta	15,0890 %
Pellet de Girasol 28	6,747	Grasa	4,8945 %
Soja poroto desactivado	5,000	Fibra cruda	4,2832 %
Harina de Carne 43	2,791	Calcio	4,3500 %
Sal	0,255	Fosforo total	0,6141 %
Núcleo multienzimatico	0,200	Fosforo disponible	0,3800 %
BICARBONATO DE SODIO	0,100	Xantófila (gr por T)	12,1259 ppm
Metionina 98%	0,083	Acido linoleico	2,1868 %
Colina 60 %	0,080	Arginina	0,9949 %
	100,000	Lisina	0,7054 %
		Lisina disp. Aves	0,6000 %
		Metionina	0,3419 %
		Metionina disp. Aves	0,3128 %
		M+C	0,6199 %
		M+C disp. Aves	0,5400 %
		Treonina	0,5610 %
		Treonina disp. Aves	0,4690 %
		Triptofano	0,1628 %
		Triptofano disp. Aves	0,1397 %
		Potasio	0,6255
		Sodio	0,1750
		Cloro	0,2211

Composición del núcleo multienzimático (declarada por el fabricante), para usar en dosis de 2 kg/tonelada de alimento:

Principio Activo	Unidades	Cantidad por kilo de Premix
Acido Fólico	gr	0,40
Acido Nicotínico	gr	6,00
Pantotenato de Calcio	gr	2,00
Vitamina A	UI	4.000.000
Vitamina D3	UI	1.250.000
Vitamina E	UI	4.000
Vitamina B1	gr	0,50
Vitamina B2	gr	2,00
Vitamina B6	gr	0,50
Vitamina B12	mg	4,00
Biotina	mg	25,00
Vitamina K3 MNB	gr	1,00
Yodo	gr	0,45
Manganeso	gr	40,00
Zinc	gr	40,00
Cobre	gr	3,00
Hierro (como sulfato ferroso)	gr	20,00
BHT	gr	10,00
Fitasa 10.000 FTU	gr	15,00
Beta Xilanasa y Beta Glucanasa	gr	62,50
Calcio	gr	133,00
Selenio	gr	0,10
Colina Cloruro 60%	gr	60,00
Excipientes	csp	1000,00

Tratamientos:

- **Tratamiento 1:** Dieta comercial típica (Dieta Control).
60 aves en 20 jaulas numeradas del 1 al 20 ubicadas en Galpón 2.
- **Tratamiento 2:** Dieta comercial típica (idéntica a la de control), con suplementación de una fuente de hierro orgánico. El mineral orgánico utilizado fue Availa Fe 100[®] de Laboratorios Zinpro, en dosis de 300 gr/tn.
60 aves en 20 jaulas numeradas del 1 al 20 ubicadas en galpón 3.

Availa Fe 100[®], es un suplemento nutricional de hierro orgánico, que contiene hierro unido a aminoácidos, en lo que se describe como un complejo metal – aminoácido. Composición declarada: hierro (mínimo) 10%, excipientes c.s.p. 100%.

De acuerdo a lo propuesto por el laboratorio que lo elabora y comercializa, esta clase de productos permiten una mejor absorción de los minerales, en este caso hierro, por lo cual al utilizarlos se logra una mejor disponibilidad, dado que se absorben en mayor cantidad que si se utilizan minerales inorgánicos, como por ejemplo en este caso, sulfato ferroso.

Mediciones:

Durante el período de la prueba, se realizaron 8 controles (tomas de muestras), en los huevos producidos por 60 gallinas de cada lote, aproximadamente cada 2 semanas, evaluando:

- Color de la cáscara con escala colorimétrica (Egg Shell Color Guide – Laying Hens. Zinpro).
- Peso promedio del huevo del lote control versus el lote suplementado con hierro orgánico.

Además, se llevó registro de la postura diaria durante el período controlado. No se registró muerte de gallinas en las jaulas controladas durante el período de la prueba.

Los datos se colectaron en planillas diseñadas para este fin, cuyo modelo se agrega al final de este trabajo como Anexo 1.

Diseño experimental:

- n = 20 jaulas de 30 x 45 cm, con 3 gallinas cada una, en la parte frontal de los galpones 2 y 3. Cada aproximadamente 2 semanas se tomaron, por la tarde, los huevos producidos en ese día en cada jaula y se registraron en una planilla, separados por cada jaula en que fueron producidos.
- Se realizó sobre estos huevos la comparación de la tonalidad de la cáscara, utilizando la tabla de colores de cáscara (Egg Shell Color Guide – Laying Hens, Laboratorios Zinpro), que califica los colores en 9 tonalidades, de 1 a 9, siendo 9 el tono de color de mayor intensidad.



Análisis estadístico

Se calcularon y graficaron los valores medio y errores estándares de Grado de coloración para los dos lotes según la Toma. Por otra parte, se confeccionaron tablas de contingencia con la variable Grado de color para luego realizar un Prueba de independencia mediante el estadístico chi cuadrado para cada Toma (particionada) y para el total (sin particionar). Esto fue a los fines de saber si la proporción o frecuencia observada de Grado de color está asociada o depende (afectada) por el tratamiento (lote). El valor de significancia utilizado fue de 0,10 (α).

RESULTADOS OBTENIDOS

Se compararon los resultados de evaluación del color obtenidos en cada categoría, expresada en forma numérica, tal como lo muestra la tabla de colores: Egg Shell Color Guide Zinpro, en el lote control y en el lote tratado, durante el seguimiento en las 8 tomas de muestras.

Los resultados se recolectaron de la manera descripta, utilizando la planilla que figura en el anexo 1.

Se procesaron los resultados, siguiendo el análisis estadístico de medias, mediante Chi cuadrado.

Tabla 1: Pruebas de independencia para tomas 1 a 8 (particionadas)

Toma = 1

Frecuencias: Cantidad

Frecuencias absolutas

En columnas:Grupo

Toma	Color	Control	Tratado	Total
1	3	2	4	6
1	4	15	10	25
1	5	16	14	30
1	6	16	21	37
1	7	1	0	1
1	Total	50	49	99

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	3.47	4	0.4831

Toma = 2

Frecuencias absolutas

En columnas:Grupo

Toma	Color	Control	Tratado	Total
2	2	0	1	1
2	3	3	4	7
2	4	17	7	24
2	5	16	12	28
2	6	9	20	29
2	7	0	1	1
2	Total	45	45	90

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	11.05	5	0.0503

Toma = 3

Frecuencias absolutas

En columnas:Grupo

Toma	Color	Control	Tratado	Total
3	3	3	2	5
3	4	12	12	24
3	5	15	10	25
3	6	14	18	32
3	7	7	6	13
3	Total	51	48	99

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	1.69	4	0.7930

Toma = 4

Frecuencias absolutas

En columnas:Grupo

Toma	Color	Control	Tratado	Total
4	4	3	2	5
4	5	20	14	34
4	6	16	21	37
4	7	9	12	21
4	Total	48	49	97

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	2.35	3	0.5024

Toma = 5

Frecuencias absolutas

En columnas:Grupo

Toma	Color	Control	Tratado	Total
5	4	2	3	5
5	5	13	10	23
5	6	22	21	43
5	7	10	15	25
5	Total	47	49	96

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	1.57	3	0.6654

Toma = 6

Frecuencias absolutas

En columnas:Grupo

Toma	Color	Control	Tratado	Total
6	3	1	0	1
6	4	1	2	3
6	5	12	7	19
6	6	25	16	41
6	7	8	14	22
6	8	1	2	3
6	Total	48	41	89

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	6.08	5	0.2984

Toma = 7

Frecuencias absolutas

En columnas:Grupo

Toma	Color	Control	Tratado	Total
7	4	4	2	6
7	5	9	4	13
7	6	21	17	38
7	7	14	18	32
7	8	1	5	6
7	Total	49	46	95

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	6.09	4	0.1926

Toma = 8

Frecuencias absolutas

En columnas:Grupo

Toma	Color	Control	Tratado	Total
8	2	1	0	1
8	3	3	5	8
8	4	10	9	19
8	5	18	12	30
8	6	9	14	23
8	7	2	2	4
8	8	0	1	1
8	Total	43	43	86

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	4.84	6	0.5645

Tabla 2: Pruebas de independencia general (sin partición)

Frecuencias absolutas resultados acumulados de toda la prueba
En columnas:Color

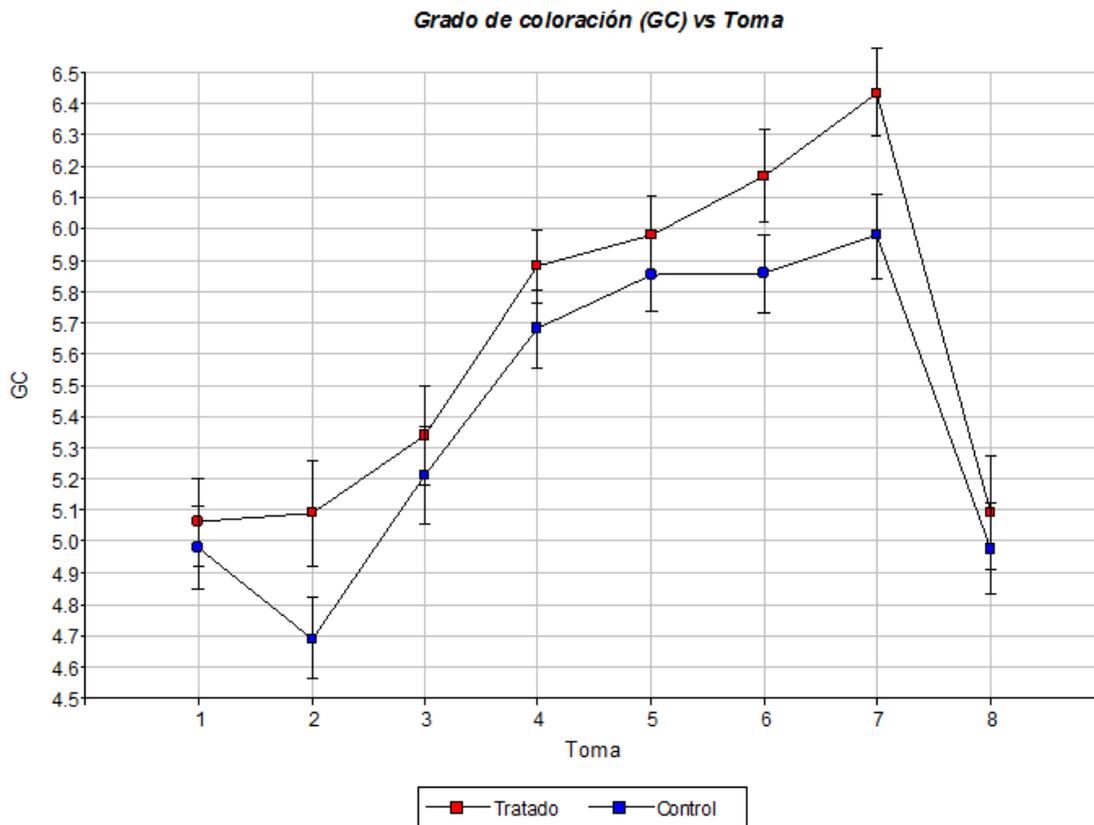
Grupo	2	3	4	5	6	7	8	Total
Control	1	12	64	119	132	51	2	381
Tratado	1	15	47	83	148	68	8	370
Total	2	27	111	202	280	119	10	751

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	16.14	6	0.0130

El análisis mostró diferencias significativas ($p < 0.05$), a favor del lote tratado, respecto al lote control, cuando se evaluaron todos los datos en su conjunto (Tabla 2). Al evaluarlos en cada toma (Tabla 1), las diferencias no fueron tan nítidas, resultando levemente significativo solo la toma 2 ($p < 0,10$) mientras que no significativas las tomas restantes ($p > 0,10$)

En la Figura 1 se observan los valores medios y respectivos errores estándares la variable Grado de coloración (GC) para el lote tratado y control según Toma

Figura 1: Grado de coloración para cada tratamiento según Toma



DISCUSION

Durante el período del ensayo no se registró mortandad ni se observaron problemas sanitarios, siendo la producción de huevos de ambos lotes cercana a la esperada. El peso de los huevos fue similar en ambos lotes.

En condiciones habituales, el color de la cáscara del huevo, a partir de las 15-20 semanas postmuda comienza a desmejorar. La prueba se inició a las 14 semanas postmuda, y el color de la cáscara en ambos lotes (control y tratado) mejoró durante las siguientes 12-14 semanas, siendo más marcado este efecto en el lote tratado que en el lote control.

Una posible explicación a la inesperada mejora en la coloración de la cáscara de los huevos en ambos lotes (tratado y control), es que durante la prueba se fueron incorporando materias primas de la cosecha nueva, principalmente maíz y soja, en reemplazo de las materias primas que se venían utilizando en los momentos iniciales de la prueba. La formulación no se cambió durante la prueba, aunque fue mejorando la calidad de las materias primas utilizadas durante la misma.

Al haber realizado la prueba en una granja comercial y no en una granja experimental, hay mayores probabilidades de que las condiciones a las que están sometidas las aves puedan tener mayor variabilidad.

La mejoría en la tonalidad de la cáscara fue mayor en el lote con el tratamiento con suplementación con hierro orgánico, pero solo mostró diferencias estadísticas entre si cuando se evaluaron el total de las muestras con cada tratamiento. Probablemente la evaluación de todas las frecuencias en un modelo repetido en el tiempo permitió aumentar el número de observaciones (n) y, por consiguiente, que las tendencias observadas por Toma se transformen en diferencias significativas estadísticamente.

Un dato anecdótico, que no puede ser medido, fue que el personal de la granja percibió la mejora en la coloración la cáscara del lote tratado, como superior a la del lote control, aunque desconocían el protocolo de la prueba que se estaba llevando a cabo. Esta observación cobra vital importancia al diseñar ensayos en granjas comerciales ya que este tipo de variables deberían ser medidas con instrumentos como el Egg Shell Color Guide Zinpro y no visualmente.

CONCLUSIONES

El producto evaluado en la prueba, **Availa Fe 100®**, laboratorios Zinpro, en dosis de 300 gr/tonelada, logró una mejoría en la coloración de la cáscara del lote tratado. Esta diferencia, si bien no fue muy marcada, fue estadísticamente significativa, y mostró una tendencia al alza en las últimas semanas de tratamiento.

La decisión de usar el suplemento de hierro orgánico como mejorador de la coloración de la cáscara, deberá surgir del análisis económico entre el costo de suplementar el producto y si la mejora lograda en la coloración de la cáscara reditúa en un mejor precio de venta del producto o en una mejora cualitativa que sea percibida por los compradores y/o consumidores y que diferencie al producto, mejorando su valoración.

Queda como posible evaluación a futuro, estudiar el efecto de la incorporación de una dosis mayor de hierro orgánico a la utilizada e iniciar la suplementación pocas semanas después del reinicio de la producción postmuda, para poder prolongar el tiempo de exposición al tratamiento.

Agradecimientos

A la granja Ceferino Namuncurá, perteneciente a la Familia Negri, de Zapiola, Provincia de Buenos Aires, por permitirme realizar este trabajo en su establecimiento y su excelente disposición en todo momento.

A los Ingenieros Michel Hick y Carolina Camurri, por su ayuda en el análisis estadístico de los datos obtenidos en la prueba.

Al Dr. Gabriel Mallo, por su orientación en la elaboración de este trabajo final.

A mi esposa, Dra. Viviana Correa, por ayudarme en la corrección final de este trabajo.

Al Laboratorio APSA Internacional S.A., por proveer el suplemento mineral sin cargo, para la realización de este ensayo.

BIBLIOGRAFIA:

- J.L.Arias y M.S.Fernández (1989) La cascara del huevo: Un compartimento acelular, compuesto de una matriz extracelular mineralizada. Monografías de Medicina Veterinaria, Facultad de Cs. Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. Vol. 11, NO 2, 1989.
- Bao, Y. M., M. Choct, P. A. Iji y K. Bruerton (2007) Effect of Organically Complexed Copper, Iron, Manganese, and Zinc on Broiler Performance, Mineral Excretion, and Accumulation in Tissues. *J Appl Poult Res* 16 (3):448-455.
- Blanco A. y G. (2012) Química Biológica, 9a. Edición, Editorial El Ateneo, Buenos Aires. Pag. 644-645.
- Hernández, A., (2013) Jaulas enriquecidas y sistemas de detección de calidad de cáscara del huevo: resultados preliminares. 50° Congreso Científico de Avicultura Lleida, España, 10/2013 *Simposio WPSA-AECA*. Recuperado el 22 de octubre de 2016 de http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/antonio_hernandiz.pdf
- Huyghebaert G. (2006) Fisiología de la puesta, con énfasis en la calidad de la cáscara, Conferencia DSM Nutritional Products Guadalajara, México 5/10/2005 (Ed.). *Selecciones Avícolas*, 4-2006, 227-230.
- Mertens K, Vaesen, I., Loffel, J., Kemps, B., Ketelaere, B. (2010), The transmission color value: a novel egg quality measure for recording shell color used for monitoring the stress and health status of a brown layer flock. *Poultry Science* 89: 609-617.
- Odabasi A.Z., Miles R.D., Balaban M.O. y Portier K.M., (2007) Physiology, Endocrinology and Reproduction. Changes in Brown Eggshell color as the hen ages. *Poultry Science* 86: 356-363.
- Park S. W., H. Namkung, H. J. Ahn y I. K. Paik (2004). Production of Iron Enriched Eggs of Laying Hens. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 17, 12:1725-1728.
- Sáiz Zabalza M. del P (1986) Distribución del hierro en gallinas (Shaver). Influencia del contenido de hierro en la dieta. Tesis de grado, Doctorado en Ciencias Biológicas, Universitat de Barcelona. Recuperado el 22 de octubre de 2016 de http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/831/03.MSZ_3de3.pdf?sequence=3
- Samiullah S, Roberts JR y Chousalkar K., (2015) Eggshell color in brown-egg laying hens, a review. *Poultry Science* 94, 10: 2566-2575.
- Xiao, J. F., S. G. Wu, H. J. Zhang, H. Y. Yue, J. Wang, F. Ji y G. H. Qi (2015) Bioefficacy comparison of organic manganese with inorganic manganese for eggshell quality in Hy-Line Brown laying hens. *Poultry Science* 94 (8): 1871-1878.
- Guía de manejo Bovans Nutritional guide (2010).
- Guía de manejo Hy line Brown, Hy line International (2017, 2019).
- Guía de manejo H&N Brown Nick (2019).

Anexo 1 – Planilla de toma de datos utilizada en cada muestreo

FECHA TOMA DE MUESTRAS		21/04/2018					GRANJA ZAPIOLA				
GALPON 3		COLOR DE LA CASCARA (EGG SHELL COLOR GUIDE ZINPRO)									
Nº AVES	JAULA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3	1				1	1	1				3
3	2			1	1		1				3
3	3				1	1	1				3
3	4					1	1				2
3	5				1	1					2
3	6			1			1				2
3	7				1	1	1				3
3	8			1			2				3
3	9					2	1				3
3	10				1		1				2
3	11			1		1	1				3
3	12					1	1				2
3	13				1		1				2
3	14					1	2				3
3	15				1		1				2
3	16					1	1				2
3	17				1	1					2
3	18					1	1				2
3	19				1		1				2
3	20					1	2				3
		0	0	4	10	14	21	0	0	0	49
Peso huevo: 66,5 gr											
GALPON 2		COLOR DE LA CASCARA (EGG SHELL COLOR GUIDE ZINPRO)									
Nº AVES	JAULA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3	21				1	1					2
3	22				1		2				3
3	23				1	1					2
3	24					2	1				3
3	25				1	1		1			3
3	26			1	1		1				3
3	27					2	1				3
3	28				1	1	1				3
3	29					2					2
3	30				1		1				2
3	31				1	1					2
3	32				1		2				3
3	33			1		1					2
3	34				1		1				2
3	35				1		1				2
3	36					2					2
3	37				1		1				2
3	38				1	1	1				3
3	39				1	1	1				3
3	40				1		2				3
		0	0	2	15	16	16	1	0	0	50
Peso huevos: 66,7 gr.											