



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS

MODALIDAD: PROYECTO DE DESARROLLO

Título:

Efecto de la adición de minerales y vitaminas en la producción de huevos

Trabajo de titulación previo a la obtención de título de magister en Ciencias
Veterinarias

Autor:

Benavides Tintin Wilman Gualther

Tutor:

Sambache Tayupanta Juan Eduardo, MSc.

Cotutora:

Silva Déley Lucia Monserrath, MSc.

LATACUNGA – ECUADOR

2023

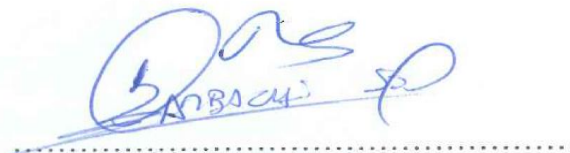
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Efecto de la adición de minerales y vitaminas en la producción de huevos” presentado por Benavides Tintin Wilman Gualther, para optar por el título magíster en Ciencias Veterinarias.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, marzo,30, 2023



MSc. Juan Eduardo Sambache Tayupanta

CC: 1721796751

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: "Efecto de la adición de minerales y vitaminas en la producción de huevos", ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Ciencias Veterinarias; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, julio, 28, 2023

.....
Ph.D. Rafael Alfonso Garzón Jarrin

CC: 0501097224

Presidente del tribunal

.....
MSc. Xavier Cristóbal Quishpe Mendoza

CC: 0501880132

Lector 2

.....
Ph.D. Edilberto Chacón Marcheco

CI: 1756985691

Lector 3

DEDICATORIA

Quiero expresar mi dedicación y agradecimiento en primer lugar al creador, quien, a pesar de las adversidades sanitarias actuales, me ha brindado la fuerza, la salud y la esperanza para lograr mi deseo y hacerlo realidad. Agradezco a mi maravillosa familia, quienes, con su constante apoyo y motivación, han moldeado una gran persona llena de habilidades y talentos que he utilizado en mi vida personal y profesional.

También quiero dedicar unas palabras a las personas más importantes de mi vida, a quienes han dado un paso adelante para servir de modelo, y quienes han inspirado mi logro. Espero que algún día comprendan que todo lo que soy se lo debo a ellos mis padres y que este logro me motive a perseguir mis sueños y metas.

Por último, me dirijo a todos los docentes que impartieron sus conocimientos durante la cohorte 2022 en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Expresando mi más sincero agradecimiento por brindarme la oportunidad de cursar mi Maestría en Ciencias Veterinarias. Es un honor formar parte de esta institución y ser parte de una comunidad académica tan inspiradora.

Durante mi tiempo en la maestría, he sido testigo de la excelencia y dedicación de los profesores, quienes han compartido su amplio conocimiento y experiencia de manera excepcional. Sus enseñanzas y orientación han sido fundamentales en mi crecimiento académico y personal, ayudándome a expandir mis horizontes y alcanzar un nivel más profundo de comprensión en mi área de estudio.

BENAVIDES TINTIN WILMAN GUALTHER

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, marzo, 15, 2023



Wilman Gualher Benavides Tintin

CC: 1802565406

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, marzo, 15, 2023




.....

CC: 1802565406

AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: Efecto de la adición de minerales y vitaminas en la producción de huevos, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la predefensa.

Latacunga, julio, 28, 2023



.....
Ph.D. Rafael Alfonso Garzón Jarrin

CC: 0501097224

Presidente del tribunal

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS

Título: Efecto de la adición de minerales y vitaminas en la producción de huevos

Autor: Benavides Tintin Wilman Gualther

Tutor: Sambache Tayupanta Juan Eduardo, MSc.

Cotutora: Silva Déley Lucia Monserrath, MSc.

RESUMEN

Este estudio se realizó en el Barrio Oriente de la parroquia Bolívar, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua, con el objetivo general de evaluar el impacto de diferentes núcleos de vitaminas y minerales añadidos a la alimentación de aves Isa Brown durante la fase de levante e inicio de postura (12 a 22 semanas de edad).

Se utilizaron 12 unidades experimentales, cada una con cinco tratamientos y cinco repeticiones, lo que representó un total de 300 aves. Durante un período de 10 semanas, se compararon distintos niveles de minerales y vitaminas en la dieta de las aves. Los tratamientos consistieron en la adición de Suprafos-F, Selenio más Vitamina E, vitaminas y minerales (núcleo), y carbonato de calcio. Las variables productivas evaluadas incluyeron ganancia de peso, consumo alimenticio, conversión alimenticia, porcentaje de producción y diámetro de huevos. Los resultados revelaron que la adición de Selenio + Vitamina E en la dieta produjo un ligero aumento en el peso y diámetro del huevo, así como una mejora en la ruptura de postura de las aves. Además, se observó un mayor consumo y ganancia de peso, y una mejor conversión alimenticia con esta adición específica. No obstante, la adición de vitaminas y minerales en los diferentes tratamientos no tuvo un efecto significativo en los parámetros evaluados. Estos hallazgos resaltan la importancia de incluir ciertos nutrientes, como el selenio y la vitamina E, en la dieta de las aves Isa Brown durante la fase de levante e inicio de postura para mejorar su rendimiento y productividad.

PALABRAS CLAVE: minerales; vitaminas; tratamiento; consumo; ganancia de peso.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS

Theme: Effect of the addition of minerals and vitamins on egg production

Author: Benavides Tintin Wilman Gualther

Tutor: Sambache Tayupanta Juan Eduardo. MSc.

Cotutora: Silva Déley Lucia Monserrath, MSc.

ABSTRACT

This study was conducted in the Oriente neighborhood of Bolívar parish, Pelileo Canton, Tungurahua Province, with the overall objective of evaluating the impact of different vitamin and mineral blends added to the diet of Isa Brown birds during the rearing and early laying phase (12 to 22 weeks of age). A total of 12 experimental units, each with five treatments and five replicates, were used, amounting to a total of 300 birds. Over a period of 10 weeks, different levels of minerals and vitamins in the birds' diet were compared. The treatments included the addition of Suprafos-F, Selenium plus Vitamin E, vitamin and mineral blend (core), and calcium carbonate. The productive variables evaluated included weight gain, feed consumption, feed conversion ratio, production percentage, and egg diameter. The results revealed that the addition of Selenium + Vitamin E in the diet led to a slight increase in egg weight and diameter, as well as an improvement in laying onset in the birds. Moreover, higher feed consumption, weight gain, and improved feed conversion ratio were observed with this specific addition. However, the addition of vitamins and minerals in the different treatments did not have a significant effect on the evaluated parameters. These findings highlight the importance of including certain nutrients, such as selenium and vitamin E, in the diet of Isa Brown birds during the rearing and early laying phase to enhance their performance and productivity.

KEYWORDS: minerals; vitamins; treatments; consumption; weight gain.

Yo, Marco Paúl Beltrán Semblantes con cédula de identidad número: 0502666514 Magister en Lingüística Aplicada en la enseñanza del Idioma como Lengua Extranjera con número de registro de la SENESCYT: 1020-2021-2354162; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título :“**EFECTO DE LA ADICIÓN DE MINERALES Y VITAMINAS EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS**”, de Benavides Tintin Wilman Gualther, aspirante a magister en Ciencias Veterinarias.


.....
Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS – UTC

0502666514



**CENTRO
DE IDIOMAS**

Latacunga, julio, 26, 2023

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INFORMACIÓN GENERAL.....	1
INTRODUCCIÓN	1
Justificación.....	1
Planteamiento del problema.....	4
Hipótesis o preguntas de investigación	5
Objetivos de la investigación	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	6
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
1.1. La gallina ponedora	6
1.2. Características de las aves ISA Brown	7
1.3. Manejo de las ponedoras	10
1.3.1. Fase de recría o levante	11
1.3.2. Fase de producción.....	12
1.4. Principales retos en el levante o recría.....	13
1.4.1. Peso del ave.....	13
1.4.2. Madurez sexual	14
1.4.3. Uniformidad del lote	16
1.5. Alimentación de las ponedoras.....	16
1.6. Programa de alimentación	17
1.6.1. Fase de arranque: 0-4 semanas.....	17
1.6.2. Fase de crecimiento: 4 – 10 semanas	18
1.6.3. Fase de recría o desarrollo: 10– 16 semanas	18
1.6.4. Fase de prepuesta: desde las 17 semanas	19
1.6.5. Estimular el consumo de pienso.....	20

1.6.6.	Factores que modifican las necesidades nutricionales	20
1.7.	Principales nutrientes	21
1.7.1.	Energía	21
1.7.2.	Proteína	22
1.7.3.	Fibra	23
1.7.4.	Vitaminas	25
1.7.4.1.	Vitamina A.....	27
1.7.4.2.	Vitamina D.....	27
1.7.4.3.	Vitamina E	28
1.7.4.4.	Vitamina B.....	29
2.7.4.5.	Vitamina C	30
2.7.4.6.	Vitamina K.....	31
1.8.	Minerales	32
1.8.1.	Calcio	33
1.8.2.	Fósforo	34
1.8.3.	Magnesio	34
1.8.4.	Potasio	35
1.8.5.	Sodio	35
1.8.6.	Carbonato de calcio.....	36
1.9.	Concentrados de vitaminas y minerales comerciales	37
1.9.1.	Suprafos-F®.....	37
1.9.2.	Selenio Vita E	37
	Indicaciones de uso.....	37
1.10.	Mecanismo de acción.....	38
1.11.	Farmacocinética	38
1.12.	Dosis	39

1.13.	Contraindicaciones.....	39
1.14.	Núcleo corrector Vitamínico-Mineral	39
1.15.	Recomendaciones de uso	40
1.16.	Dosificación y Presentación.....	40
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....		41
2.1.	Ubicación del lugar de investigación	41
2.2.	Unidades experimentales	41
2.3.	Equipos y materiales	41
2.4.	Tratamiento y diseño experimental.....	42
2.4.1.	Esquema del experimento	42
2.4.2.	Composición de las raciones experimentales.....	43
2.5.	Mediciones experimentales.....	45
2.6.	Análisis estadístico.....	45
2.7.	Procedimiento experimental.....	46
2.7.1.	Descripción del experimento.....	46
2.8.	Programa Sanitario.....	46
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		48
3.1.	Comportamiento productivo de las aves Isa Brown durante el levante al inicio de la puesta (de 12 a 22 semanas de edad).....	48
3.1.1.	Pesos acumulados	48
3.1.2.	Ganancias de peso	50
3.1.3.	Consumos de alimento (g/ave).....	52
3.1.4.	Conversión alimenticia.....	54
3.2.	Comportamiento productivo durante el inicio de la puesta (de 18 a 22 semanas de edad) de las aves Isa Brown.....	57
3.2.1.	Producción de huevos (%)	57

3.2.2. Peso del huevo (g).....	58
3.2.3. Diámetro del huevo (g)	60
3.2.4. Conversión alimenticia de la producción de huevos.....	61
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	63
CAPÍTULO V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros de producción de las aves Isa Brown	8
Tabla 2 Valores referenciales de la cría de las aves Isa Brown	9
Tabla 3 Valores referenciales para la primera fase de producción de las aves Isa Brown, por ave alojada	10
Tabla 4 Influencia del peso vivo de las aves a la primera oviposición sobre el peso del huevo (g) en diferentes periodos.	15
Tabla 5 Dosis referencial del Selenio Vita E para 1000 aves	39
Tabla 6 Esquema del experimento	42
Tabla 7 Composición de las raciones experimentales para las aves Isa Brown en levante (12 a 18 semanas de edad).....	43
Tabla 8 Composición de las raciones experimentales para las aves Isa Brown en inicio de postura (19 a 22 semanas de edad).....	44
Tabla 9 Análisis calculado de las dietas experimentales para las aves Isa Brown en la primera fase de producción (18-22 semanas de edad).	44
Tabla 10 Esquema del análisis de la varianza.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Comportamiento de los pesos (g) de las aves Isa Brown de 12 a 22 semanas de edad, por efecto de la adición de diferentes núcleos de vitaminas y minerales.	49
Figura 2 Ganancias de pesos acumuladas (g) de aves Isa Brown, por efecto de la adición de diferentes núcleos de vitaminas y minerales.	51
Figura 3 Consumos acumulados de alimento (g/ave) de aves Isa Brown, por efecto de la adición de diferentes núcleos de vitaminas y minerales.....	54
Figura 4 Conversión alimenticia acumulados de aves Isa Brown, por efecto de la adición de diferentes núcleos de vitaminas y minerales.	56
Figura 5 Porcentajes de producción de huevos en la fase inicial de las aves Isa Brown, por efecto de la suplementación con diferentes vitaminas y minerales. ..	58
Figura 6 Peso de los huevos en la fase inicial de producción de las aves Isa Brown, por efecto de la suplementación con diferentes vitaminas y minerales.	59
Figura 7 Diámetro de los huevos(cm) producidos por aves Isa Brown, por efecto de la suplementación con diferentes vitaminas y minerales.	61
Figura 8 Conversión alimenticia de la producción de huevos de las aves Isa Brown, por efecto de la suplementación con diferentes vitaminas y minerales.	62

INFORMACIÓN GENERAL

Título del Trabajo de Titulación:

“Efecto de la adición de minerales y vitaminas en la producción de huevos”

Línea de investigación:

Producción y biotecnología animal.

Proyecto de investigación asociado:

Proyecto de investigación - vinculación: Maestría en Ciencias Veterinarias, aportes a la conservación de la biodiversidad y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la seguridad alimentaria.

INTRODUCCIÓN

Justificación

En el Ecuador, la industria avícola se ha caracterizado por ser una de las actividades productivas de mayor rendimiento y estabilidad económica, generando un gran aporte en la economía circular, siendo esta actividad considerada como un complejo agroindustrial que articula una serie de procesos que van desde el mejoramiento genético, la producción de balanceados, la venta de aves de engorde, aves de postura, la producción de huevos y todo esto con el fin de satisfacer las necesidades de consumo de la población (1).

La industria avícola tiene como objetivo mejorar la eficiencia productiva y la conversión de alimentos sin comprometer el bienestar de las aves. Los nutrientes son fundamentales para el buen funcionamiento del organismo de las aves, incluyendo proteínas, grasas, carbohidratos, agua, vitaminas y minerales. Las vitaminas y minerales tienen un papel metabólico crucial, ya que su presencia en niveles adecuados permite a las aves utilizar de manera eficiente otros nutrientes. En consecuencia, Hafeez et al. (2) plantean que la nutrición ideal se logra cuando

las aves reciben una combinación adecuada de macro y micronutrientes en su alimento y pueden utilizarlos eficazmente.

Se han llevado a cabo múltiples investigaciones sobre los diversos grupos de nutrientes, como los carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas. Estos estudios han demostrado una relación cercana entre la nutrición y el sistema inmunológico. Asimismo, se ha encontrado que signos de deficiencia y parámetros no específicos (producción baja, variación en tasas de reproducción, etc.), son asociados con deficiencias de vitaminas (3-4).

Las vitaminas son compuestos que regulan el correcto funcionamiento del cuerpo de los animales, incluyendo las aves. En particular, las aves requieren de pequeñas cantidades diarias de vitaminas en su dieta. Estas vitaminas se pueden encontrar en ciertos alimentos, como las cáscaras de frutas, verduras y hojas verdes (5).

Las vitaminas son compuestos orgánicos, presentes en mínimas cantidades en los alimentos. Estas no son sintetizadas en cantidades suficientes por los animales, lo que hace necesario su inclusión en la dieta para permitir el desarrollo de funciones biológicas como el mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción en caso de ser necesario. El uso de diferentes niveles de vitaminas hidrosolubles suministrado en el agua de bebida en aves de postura, determinó que el consumo de alimento y la conversión alimenticia, se vieron influenciados estadísticamente, logrando los mejores resultados empleando 125 g/500 l de agua de vitaminas hidrosolubles (6).

Otros investigadores llevaron a cabo una investigación en aves de postura para evaluar el efecto de la vitamina A y el selenio sobre el desempeño productivo y la calidad del huevo durante una temporada cálida con una temperatura promedio de 31.5°C. El suplemento de hasta 16,000 UI de vitamina A por kilogramo de dieta mejoró la conversión alimenticia, el número de huevos, el peso y el porcentaje de albúmina en condiciones de estrés de calor. Por otro lado, la suplementación con 0.25 mg de selenio por kilogramo de dieta mejoró la ingesta de alimento, la tasa de conversión alimenticia y se observó un aumento en los niveles de hemoglobina y la concentración de linfocitos en las aves suplementados. Como resultado, este estudio concluyó que la suplementación combinada de vitamina A y selenio puede mejorar

tanto la producción como la salud de las aves de postura criadas en condiciones de estrés calórico (7).

En un estudio realizado por Blair (8) se investigó el efecto del selenio sobre el rendimiento productivo, la calidad del huevo y la capacidad antioxidante en aves ponedoras. Se utilizaron dos fuentes de selenio: selenito de sodio y levadura enriquecida con selenio. El grupo suplementado con una combinación de ambas fuentes de selenio tuvo una mejor tasa de puesta que el grupo control y el grupo suplementado solo con levadura enriquecida con selenio. Adicionalmente, ambas fuentes de selenio promovieron la capacidad antioxidante en aves ponedoras.

Otro estudio de Bonilla (9) se enfocó en el efecto de la vitamina E en el rendimiento y la calidad del huevo de aves ponedoras alimentadas con maíz seco y soya. Los resultados mostraron que la suplementación con vitamina E mejoró significativamente la producción de huevos y el porcentaje de yema.

En un estudio llevado a cabo por Bouvarel et al. (10) se descubrió que la fortificación con vitamina E tuvo un efecto significativo en la fuerza de la membrana vitelina del huevo en aves de postura suplementadas, en comparación con un grupo control sin suplementación de vitamina E. Por otro lado, González et al. (11) demostraron que una dieta suplementada con una combinación de vitamina A y E mejoró el desempeño productivo y la calidad del huevo en aves de postura. También se encontró que esta combinación de vitaminas mejoró la conversión alimenticia en condiciones de estrés calórico.

El uso del calcio en la alimentación de las aves ha sido objeto de numerosas investigaciones, lo que sugiere su importancia en la dieta de las aves ponedoras. Sin embargo, los resultados obtenidos en estos estudios no son consistentes debido a diversas variables que pueden afectar la utilización del calcio en la nutrición aviar, lo que impide establecer modelos comparativos. Entre estas variables se encuentran la edad de las aves, las condiciones ambientales (temperatura y humedad) durante el experimento, el peso y tamaño de las aves, el nivel de consumo de alimento y la tasa de producción. Estas variables varían entre investigadores y contribuyen significativamente a las recomendaciones para satisfacer los requerimientos de calcio en la dieta de las aves (12).

(13) al evaluar el efecto de la adición de carbonato de calcio en la última etapa de la tarde en la dieta de ponedoras Isa Brown, con el objetivo de mejorar los índices zootécnicos y la calidad del cascarón. Los resultados del estudio indicaron que no hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) en el peso de las aves, consumo de alimento, porcentaje de postura, peso del huevo, huevo acumulado, y conversión alimenticia. Sin embargo, se encontró una significancia estadística alta en el grosor del cascarón, logrando un mejor promedio al agregar 1,50 g de carbonato de calcio por ave al día.

De acuerdo con (14) es crucial emplear un suplemento vitamínico-mineral para mejorar el rendimiento productivo y la salud de las aves de postura. Los estudios indican que la utilización diaria de esta combinación de nutrientes no solo mejora la conversión alimenticia, producción, tamaño y calidad de los huevos, sino que también contribuye al bienestar de las aves y resulta rentable en una industria en constante crecimiento.

Planteamiento del problema

¿Cómo mejorar la condición corporal de las aves Isa Brown en la etapa de levante para mejorar la producción de huevos por ave?

La producción de las aves de postura se puede ver afectada por dietas que no cubren los requerimientos necesarios como: vitaminas, proteína, energía, aminoácidos, etc., disminuyendo de esta forma el porcentaje de postura y rentabilidad. Por ello es importante tener en cuenta que todas las vitaminas son esenciales para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento, además sus cantidades dependen de la línea de producción. Entre los síntomas que puede presentar un ave mal alimentada está la depresión y falta de energía que pueden ser índice de una dieta con carencia de vitaminas; consecuentemente estos factores influyen sobre la calidad y cantidad de la producción (15).

Para lograr las exigentes metas del mercado, es necesario ofrecer a las aves dietas balanceadas al mejor costo y que cumplan con todos sus requerimientos nutricionales. Pero no hay que olvidar que los requerimientos nutricionales están relacionados con la genética, los niveles de producción, la integridad intestinal, el

tipo de manejo, el procesamiento del alimento, la calidad del agua y la presencia de agentes patógenos en el alimento tal como hongos o micotoxinas (16-17).

Las aves necesitan vitaminas y minerales esenciales que bajo condiciones naturales obtienen en parte de su dieta. Sin embargo, esta dieta quizás no garantiza la suplementación constante del requerimiento diario. Por lo tanto, las aves, en especial aquellas en producción, deben ser suplementadas con premezclas (18).

Por consiguiente, en el presente trabajo para mejorar la condición corporal de las aves Isa Brown en la etapa de levante y el inicio de la fase de producción de huevos, se adicionó al alimento suministrado diferentes núcleos de vitaminas y minerales como son: Suprafos F (de IMPVET); Selenio más Vitamina E (de Inpel), Núcleo corrector vitamínico-mineral (de Vetifarma) y carbonato de calcio, para determinar cuál de ellos presenta mejores respuestas.

Hipótesis o preguntas de investigación

H1: Con la adición al alimento diferentes núcleos de vitaminas y minerales, se mejora la condición corporal de las aves Isa Brown en la etapa de levante y el inicio de la fase de producción de huevos.

Ho: Con la adición al alimento diferentes núcleos de vitaminas y minerales no se mejora la condición corporal de las aves Isa Brown en la etapa de levante y el inicio de la fase de producción de huevos.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Evaluar el efecto de la adición al alimento de diferentes núcleos de vitaminas y minerales en aves Isa Brown durante la fase de levante e inicio de postura (12 a 22 semanas de edad).

Objetivos Específicos

- Determinar el impacto de diferentes núcleos de vitaminas y minerales en el comportamiento productivo de las aves Isa Brown durante la fase de levante (12 a 18 semanas de edad).
- Evaluar el efecto de la adición de diferentes núcleos de vitaminas y minerales al alimento en las primeras cuatro semanas de producción (de 19 a 22 semanas de edad) de las aves Isa Brown.
- Comparar los resultados obtenidos durante la fase de levante e inicio de postura de las ponedoras comerciales Isa Brown con los valores de referencia establecidos en la Guía de manejo.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1.La gallina ponedora

Según (19), en su artículo "Nutrición de las ponedoras: Visión futura" el criterio de selección principal para las aves ponedoras es la mejora continua de la producción de huevos, lo que resulta en un aumento anual de dos a tres huevos. La mejora de la persistencia es un parámetro clave, que implica la selección de aves que ponen más series seguidas de huevos.

El tamaño de los huevos ha disminuido intencionalmente para asegurar la calidad de la cáscara. Aunque el tamaño de los huevos aumenta con la edad, esto no se refleja en un aumento proporcional en el peso de la cáscara, lo que resulta en una disminución del grosor de la misma. Durante el período de puesta, la producción de masa de huevo ha aumentado mientras que la ingesta de alimento ha disminuido, lo

que ha llevado a una mayor eficiencia alimenticia. En los últimos 20 años, el consumo de alimento ha disminuido en un 22% por huevo producido (20).

Los sistemas de producción alternativos representan una nueva dimensión en la producción de huevos, lo que implica que las dietas deben ser formuladas para garantizar la ingesta adecuada de nutrientes en diferentes condiciones. Si se les permite consumir el alimento adecuado, las aves pueden adaptarse bien a los sistemas alternativos (21).

Durante las últimas dos décadas, se ha logrado un progreso genético considerable en las ponedoras, lo que ha resultado en un aumento significativo en el número de huevos producidos por ave alojada, con un menor consumo de alimento y una mayor precocidad y longevidad de las aves. Sin embargo, (23) debido a que las aves producen eficientemente varias veces su propio peso en huevos, se requiere un esfuerzo metabólico considerable para lograrlo.

Por lo tanto, su alimentación debe ajustarse a los nuevos retos genéticos planteados. La capacidad de absorber calcio es un atributo crítico en las ponedoras de alta producción, ya que es esencial para garantizar que la cáscara del huevo tenga un grosor suficiente para soportar el manejo y evitar la rotura (24).

1.2. Características de las aves ISA Brown

A nivel internacional, la Isa Brown es reconocida por su excelente índice de conversión, lo que la convierte en una de las mejores ponedoras de huevos marrones en términos de eficiencia, fiabilidad y rentabilidad.

Esta raza es capaz de producir altas cantidades de huevos de calidad por cada ave alojada y es muy versátil, adaptándose a diferentes climas y sistemas de alojamiento. Además, sus huevos tienen un tamaño óptimo y cáscaras resistentes, y su persistencia en la puesta la hacen ideal para ciclos más largos (25).

Tabla 1 Parámetros de producción de las aves Isa Brown

Parámetro	Edad de las aves		
	80 sem.	90 sem.	100 sem.
Periodo de postura			
Viabilidad (%)	94	93	93
Edad al 50% de producción	145	145	145
Pico de puesta (%)	96.5	96.5	96.5
Peso promedio del huevo (g)	62.6	62.8	63.0
Huevos por ave alojada	374	425	470
Masa de huevos por gallina alojada (kg)	23.4	26.7	29.6
Consumo promedio de alimento (g/día)	114	113	112
índice de conversión (kg/kg)	2.08	2.11	2.15
Peso Corporal (g)	1940	1955	1975
Resistencia de la cáscara (g/cm ²)	4100	4100	4100
Color de la cáscara (Lab)	14.0	14.0	14.0
Unidades Haugh	81	81	81

Fuente: Brown (26). Guía del producto. Alojamiento en jaulas.

En la tabla 2, se reporta los valores referenciales que sugiere en la Guía de manejo. Alojamiento en jaulas, donde se indica la edad de las aves, el consumo de alimento por ave por día y acumulado, así como el peso corporal que deberían alcanzar las aves en la etapa de cría (hasta las 18 semanas de edad).

Tabla 2 Valores referenciales de la cría de las aves Isa Brown

Semanas	Edad (días)	Consumo de					
		Consumo de alimento por ave por día (g)		alimento por ave acumulado (g)		Peso corporal (g)	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1	0-7	9	11	66	80	59	62
2	8-14	15	17	171	199	117	123
3	15-21	23	25	332	374	171	179
4	22-28	30	32	542	598	239	251
5	29-35	35	37	787	857	332	349
6	36-42	40	42	1,067	1,151	429	451
7	43-49	44	46	1,375	1,473	527	554
8	50-56	48	50	1,711	1,823	614	646
9	57-63	52	54	2,075	2,201	702	738
10	64-70	56	58	2,467	2,607	790	830
11	71-77	59	61	2,880	3,034	878	923
12	78-84	62	64	3,314	3,482	975	1,025
13	85-91	65	67	3,769	3,951	1,068	1,122
14	92-98	68	70	4,245	4,441	1,151	1,210
15	99-105	71	73	4,742	4,952	1,233	1,297
16	106-112	75	77	5,267	5,491	1,316	1,384
17	113-119	80	82	5,827	6,065	1,389	1,461
18	120-126	88	90	6,443	6,695	1,438	1,512

Fuente: Brown (26). Guía del producto. Alojamiento en jaulas.

La Tabla 3, contiene la información reportada por Brown (26), para la primera fase de producción las aves Isa Brown, por ave alojada, donde se tiene los valores acumulados referenciales que deberían alcanzar las aves con respecto al número huevos por ave, la masa de huevo, consumo de alimento, índice de conversión, viabilidad y el peso corporal.

Siendo importante también, recalcar lo que señala Lera (27), con respecto a las tablas citadas, en que la información suministrada en esta guía se basa en muchos de los resultados de grupo reales obtenidos bajo unas buenas condiciones de ambiente. Es presentado como un servicio a sus clientes y debe ser utilizado sólo como una guía. No constituye una garantía o garantía de rendimiento de ninguna manera.

Tabla 3 Valores referenciales para la primera fase de producción de las aves Isa Brown, por ave alojada

Edad en semanas	Huevos por ave acumulados	Masa de huevo acumulado	Consumo de alimento acumulado (kg)	Índice de conversión acumulado	% Viabilidad	Peso corporal (g)
18	0	0.0	0.6	209.45	99.9	1.475
19	1	0.1	1.3	22.15	99.8	1.535
20	4	0.2	2.0	10.06	99.7	1.605
21	9	0.4	2.7	6.29	99.6	1.660
22	14	0.7	3.5	4.65	99.6	1.715
23	21	1.1	4.2	3.81	99.5	1.745
24	27	1.5	5.0	3.36	99.4	1.765
25	34	1.9	5.8	3.07	99.3	1.780
26	41	2.3	6.5	2.88	99.2	1.795
27	47	2.7	7.3	2.75	99.1	1.805
28	54	3.1	8.1	2.64	99.0	1.815
29	61	3.5	8.9	2.56	98.9	1.825
30	68	3.9	9.7	2.49	98.8	1.835
31	74	4.3	10.5	2.44	98.7	1.845
32	81	4.7	11.3	2.39	98.6	1.850
33	88	5.1	12.1	2.36	98.6	1.858
34	94	5.6	12.9	2.32	98.5	1.860
35	101	6.0	13.7	2.29	98.4	1.863
36	107	6.4	14.5	2.27	98.3	1.870
37	114	6.8	15.3	2.25	98.2	1.870
38	121	7.2	16.1	2.23	98.1	1.873
39	127	7.6	16.9	2.21	98.0	1.873
40	134	8.0	17.6	2.19	97.9	1.875
41	140	8.5	18.4	2.18	97.8	1.880
42	147	8.9	19.2	2.17	97.7	1.883
43	153	9.3	20.0	2.15	97.7	1.883
44	160	9.7	20.8	2.14	97.6	1.883
45	166	10.1	21.6	2.14	97.5	1.885
46	173	10.5	22.4	2.13	97.4	1.890

Fuente: Brown (26). Guía del producto. Alojamiento en jaulas.

1.3. Manejo de las ponedoras

El éxito en la producción de huevos depende en gran medida del manejo adecuado de las fases de cría y recría de las ponedoras. Estas etapas son esenciales para permitir que las aves expresen su máximo potencial genético durante la fase productiva, lo que resulta en una curva de puesta con un pico alto y persistente. Para

lograr este objetivo, es necesario asegurar que las aves tengan un tamaño apropiado y un buen desarrollo óseo, muscular e inmunitario, manteniéndose dentro de los pesos recomendados para la línea genética y con una buena uniformidad en el lote (28).

- Para lograr esto, es importante prestar atención al manejo de las ponedoras durante la fase de recría. Esto implica controlar el estado sanitario de las aves después de recibirlas y semanalmente, gestionar adecuadamente la densidad del lote, realizar el corte de pico de manera adecuada, establecer un programa de alimentación y de iluminación y seguir un plan vacunal cuidadosamente diseñado.
- Además, es fundamental tomar medidas de bioseguridad en la granja para evitar la presencia de agentes patógenos, incluyendo virus, bacterias como la Salmonella o parásitos como la Eimeria. Todo esto es necesario para garantizar una producción de huevos saludable, sostenible y rentable.

El ciclo de producción de aves ponedoras se divide en diferentes etapas: cría, recría, pre-postura y postura (29). Las primeras dos etapas son muy importantes ya que establecen el patrón reproductivo y limitan la influencia en el rendimiento del lote en etapas posteriores. El periodo crítico para el ave ponedora es desde el primer día de vida hasta la producción del primer huevo, cuando se desarrollan sus capacidades fisiológicas. El éxito en la fase de cría lleva al éxito en la fase de postura y comienza desde la llegada de las aves a la nave (30).

Un retraso en el crecimiento en las primeras semanas se traducirá en una reducción del peso vivo a las 16 semanas y, posteriormente, en una menor productividad, especialmente en el peso medio del huevo en climas templados, o en un retraso en el inicio de la puesta en climas cálidos o ecuatoriales (31).

1.3.1. Fase de recría o levante

De acuerdo con Mu et al. (32), una vez que las aves ponedoras han tenido un buen inicio, el objetivo durante el periodo de 4 a 16 semanas es prepararlas para la producción de huevos mediante el desarrollo adecuado de su estructura corporal, peso vivo, uniformidad y tracto digestivo. Para alcanzar estos objetivos, se deben

proporcionar alojamientos adecuados en términos de densidad y condiciones ambientales, programas de iluminación adaptados a las condiciones de cría, un buen estándar de corte de picos y una gestión adecuada de los programas y técnicas de alimentación.

Varios estudios han indicado la relevancia de lograr un progreso temprano y un peso corporal adecuado a las 5 semanas de edad, ya que esto está estrechamente relacionado con resultados de producción favorables, como la madurez sexual, la persistencia de puesta y la viabilidad. Durante las primeras semanas de vida, se concentra principalmente en el desarrollo de los órganos internos, el sistema inmunológico y el esqueleto. Si se consigue un buen crecimiento desde el comienzo de la cría, se facilitará el obtener grupos de aves con un peso y una estructura corporal apropiados antes del traslado, y estarán preparados para una productividad óptima (33).

1.3.2. Fase de producción

De acuerdo con lo indicado por Soriano (34), durante el periodo que transcurre desde el traslado hasta el pico de producción, es necesario aumentar rápidamente el consumo de alimento para satisfacer las necesidades del ave en cuanto a su crecimiento hasta alcanzar el peso adulto, su preparación para el pico de producción y el rápido aumento en el peso de los huevos.

Según North (35), los objetivos de la producción son:

- Asegurar que el peso vivo aumente al menos en 300 g entre el 5% de la puesta y el pico de producción. Por lo tanto, es esencial monitorear semanalmente el peso vivo hasta las 30 semanas.
- El control de la cantidad de alimento distribuido no es suficiente para lograr un buen crecimiento, ya que los requerimientos varían según el contenido energético de la dieta, la temperatura en el galpón y el estado de salud de la parvada.

1.4. Principales retos en el levante o recría

De acuerdo con Huanca (36), el período de cría y levante es de gran importancia, ya que la productividad de un lote de aves ponedoras depende en gran medida del número de huevos producidos, el tamaño del huevo y la eficiencia alimentaria, lo que está relacionado con el desarrollo corporal temprano y la uniformidad al final del levante. Además, el potencial de crecimiento desde el inicio de la postura hasta el pico de producción es crucial para obtener buenos resultados productivos. Durante este período, el peso corporal de las aves debe aumentar en un 20% (unos 300 g en ponedoras de huevo marrón), lo que requiere un aumento en el consumo de alimento del 40%. Las aves que tengan un aparato digestivo bien desarrollado y una buena capacidad de ingestión tendrán más facilidad para cubrir sus necesidades en esta etapa crítica de inicio de la postura, lo que depende de un manejo adecuado durante el levante.

1.4.1. Peso del ave

Actualmente, se considera esencial controlar el peso corporal durante la etapa de recría en aves semipesadas para asegurar que las aves alcancen la madurez sexual con un peso adecuado que permita obtener los mejores resultados de la línea durante el período de postura (37).

Para evaluar el crecimiento en la recría de aves, es necesario realizar pesajes periódicos comparando el valor obtenido con uno de referencia perteneciente a la línea de origen (38). Aunque siempre hay cierta variabilidad en el peso de las aves, es deseable que esta sea lo más baja posible para lograr una alta uniformidad. Se considera que un lote es uniforme cuando el 75% de las aves tienen un peso que no supera el 10% por encima o por debajo de la media. Es importante tener en cuenta que el peso medio utilizado como referencia es el estándar de la línea o estirpe, y no el promedio del lote en particular.

Además de los factores mencionados, la genética también juega un papel importante en el tamaño del huevo. Las estirpes de aves ponedoras se seleccionan para producir huevos de un tamaño y peso determinado, por lo que es importante seguir las recomendaciones del proveedor en cuanto a la nutrición y manejo para

obtener el mejor rendimiento. La alimentación adecuada en términos de cantidad y calidad de nutrientes también es fundamental para lograr un tamaño óptimo del huevo y evitar problemas de salud en las aves, como la obesidad. Un huevo demasiado grande puede ser un signo de un desequilibrio nutricional o una enfermedad, por lo que es importante mantener un equilibrio adecuado en la dieta y monitorear la salud de las aves de manera regular (39).

1.4.2. Madurez sexual

Es importante definir el momento en que ocurre la madurez sexual en las aves para maximizar los rendimientos productivos. Por lo general, esto se logra a través de una adecuada nutrición y manejo de las aves en la etapa de recría, lo que permitirá alcanzar la madurez sexual en el momento adecuado y con un peso corporal óptimo para iniciar la producción de huevos. Además, un correcto manejo en la etapa de recría también permitirá maximizar la uniformidad en el peso corporal de las aves, lo que tendrá un impacto positivo en los rendimientos productivos durante la etapa de puesta (40).

La madurez sexual en las aves ponedoras está influenciada por varios factores, entre ellos la ganancia de peso, el peso corporal, la edad y la composición corporal. La ganancia de peso es importante porque las aves necesitan acumular suficiente grasa para tener la energía necesaria para la producción de huevos. El peso corporal también es importante ya que las aves necesitan alcanzar un cierto peso antes de que sus sistemas reproductivos estén lo suficientemente desarrollados para producir huevos. Además, la edad juega un papel crucial en la madurez sexual, ya que las aves necesitan alcanzar una edad mínima antes de que sus sistemas reproductivos estén completamente desarrollados. Por último, la composición corporal, en particular la proporción de músculo y grasa en el cuerpo de las aves, también puede influir en la madurez sexual (41).

La cantidad de grasa abdominal que se considera óptima puede variar dependiendo de la línea genética y las condiciones de manejo. Sin embargo, se ha observado que un exceso de grasa abdominal en las aves puede llevar a problemas de salud, como el hígado graso, que puede disminuir la producción de huevos y aumentar la

mortalidad. Por lo tanto, es importante controlar el consumo de alimento para evitar el exceso de grasa, pero asegurándose de que las aves tengan suficiente grasa abdominal para el adecuado funcionamiento de sus órganos internos (42).

La edad en la que se inicia la puesta es un factor determinante en el peso vivo a la madurez sexual y, por lo tanto, en el tamaño del huevo. Las aves que reciben la fotoestimulación a una edad más temprana tienden a ser más pesadas y, por lo tanto, depositar huevos más grandes a lo largo de su ciclo de puesta. Es importante ajustar la edad de fotoestimulación y el manejo alimenticio en la recria para alcanzar un peso óptimo a la madurez sexual y, de esa manera, lograr un mejor desempeño productivo durante la puesta (43).

El peso de las aves al inicio de la puesta tiene una relación directa con el tamaño del huevo. Las aves que maduran tempranamente y comienzan a poner huevos antes, tendrán un peso más bajo que las aves que maduran más tarde y, por lo tanto, producirán huevos más pequeños. Sin embargo, es importante encontrar un equilibrio entre el peso de las aves y la edad de la puesta para lograr una producción de huevos óptima y consistente en tamaño y calidad, este comportamiento se demuestra con los resultados del trabajo de Ruiz (44), que se reportan en Tabla 4.

Tabla 4 Influencia del peso vivo de las aves a la primera oviposición sobre el peso del huevo (g) en diferentes periodos.

Periodo (semanas)	Peso vivo de las aves a la primera puesta (g)			
	1.300-1.500 g	1.500-1.700 g	1.700-1.900 g	> 1.900 g
De 18 a 28 sem.	49,75	53.25	56.05	57,60
De 28 a 40 sem.	57.55	59.20	61.03	62,35
De 40 a 60 sem.	61.65	62.55	64.55	65,80

Fuente: Brown (29).

Diferentes estudios han indicado que, si se retrasa la madurez sexual una semana, el peso medio del huevo aumenta en 1 gramo, pero se produce un menor número de huevos. Por otro lado, por cada semana de modificación en la edad de inicio de la puesta, el número de huevos producidos varía alrededor de 4.5 huevos. Es posible modificar la edad de inicio de la puesta mediante técnicas adecuadas para producir huevos del tamaño deseado sin afectar el total de masa de huevo producida (45).

1.4.3. Uniformidad del lote

La clave para una recría exitosa no es solo lograr el peso promedio adecuado de las aves, sino también asegurar que la mayoría de los animales se acerquen a ese peso promedio. La uniformidad es a menudo subestimada, pero es un factor clave en los resultados generales de los lotes. Se debe apuntar a lograr una uniformidad del 80% en las aves a las 16 semanas de edad. Los lotes uniformes son más fáciles de manejar y las aves tienen una respuesta similar a los estímulos luminosos, alcanzan la madurez sexual al mismo tiempo y tienen una mejor curva de producción. Los lotes uniformes también tienen una mayor viabilidad, lo que reduce el riesgo de mortalidad debido a prolapso y picaje (46).

1.5. Alimentación de las ponedoras

La nutrición animal tiene como objetivo determinar las necesidades nutricionales de los animales domésticos para garantizar su vida, reproducción y producción mediante el suministro adecuado de nutrientes en cantidad y variedad suficiente. No obstante, hay factores ambientales y de manejo que pueden afectar el suministro y las necesidades de nutrientes de los animales (47).

Las aves de postura tienen una capacidad de producción de más de 300 huevos por ave al año, gracias a su alta tasa de conversión alimenticia. Por lo tanto, es crucial que reciban una dieta que cumpla con todos sus requerimientos nutricionales para que puedan alcanzar su potencial genético y lograr un buen rendimiento productivo y calidad de huevo. La composición de la alimentación y la forma en que se distribuye el alimento pueden afectar tanto la producción como la calidad de los huevos (48).

Las nuevas metodologías genómicas pueden ser útiles para solucionar algunos problemas en la producción avícola, como la degeneración del oviducto, pero no es seguro que lo logren. Aunque la producción total de huevos podría aumentar, el tamaño de las aves probablemente seguirá siendo el mismo y la producción diaria

de huevos podría disminuir. Es posible que las necesidades nutricionales disminuyan y se modifiquen los patrones de alimentación (49).

1.6. Programa de alimentación

1.6.1. Fase de arranque: 0-4 semanas

En el artículo de Vera & Lazo (50), el propósito del alimento starter (para aves de 0 a 5 semanas de edad) es lograr que las aves tengan un peso corporal medio ligeramente superior al estándar de la casa de genética en ese período, así como una apariencia uniforme. Durante este tiempo, es fundamental que los tejidos óseos y musculares se desarrollen armoniosamente, y que el crecimiento del tejido graso se limite. Por lo tanto, es crucial asegurar que el acceso al alimento y al agua sea rápido para favorecer el correcto desarrollo de las vellosidades intestinales y la producción enzimática.

Durante este periodo, es fundamental prestar atención al desarrollo del ave y de sus órganos vitales. Se lleva a cabo la maduración del aparato digestivo y su flora, así como del sistema inmunológico y esquelético. Además, ocurre la primera muda. Todo esto requiere un consumo elevado de energía y proteínas, con alimentos altamente digeribles y sin restricciones en su consumo. Aunque el consumo en esta etapa es bajo y no tiene un gran impacto en el costo total de la producción, no se debe escatimar en calidad ni precio del alimento debido a su impacto en etapas posteriores. Un crecimiento inadecuado en esta fase puede tener un efecto determinante en el peso al inicio de la puesta y en la productividad del animal (51).

El uso de un alimento en forma de migajas favorece el consumo de las aves, ya que estas pueden aprehender las partículas de alimento con mayor facilidad, lo que reduce el tiempo necesario para consumir su ración y mejora el índice de conversión. Es importante controlar la calidad de las migajas, asegurándose de que su tamaño esté adaptado a la edad de las aves y evitando aquellas que se deshacen fácilmente al distribuir el alimento. Durante las primeras semanas de vida, las aves no tienen la capacidad de regular la cantidad de alimento que consumen en función del nivel energético de la ración. Además, es crucial proporcionar una cantidad adecuada de proteínas, ya que las necesidades proteicas son elevadas en esta etapa.

Si estas necesidades no se cubren, el crecimiento se reduce y el índice de conversión se incrementa (52).

1.6.2. Fase de crecimiento: 4 – 10 semanas

Para asegurar el crecimiento adecuado, se recomienda administrar la ración de crecimiento a partir de las 4 semanas y hasta las 10 semanas en aves de corral. Sin embargo, esta etapa puede extenderse hasta las 11 o 12 semanas para garantizar el desarrollo óptimo. Es importante tener en cuenta que, aunque la fase de cría se enfoca en el desarrollo del tracto digestivo, la ración de crecimiento, que por lo general es rica en energía, no debe ser utilizada después de las 12 semanas de edad. El riesgo de utilizar una dieta con un alto contenido energético después de este período es la disminución en el desarrollo del sistema digestivo y la capacidad de ingestión al momento de la puesta (53).

1.6.3. Fase de recría o desarrollo: 10– 16 semanas

Durante el período de recría entre las 10 y 17 semanas, se debe proporcionar alimento con el fin de mantener la uniformidad del lote, y asegurar que el peso vivo de las aves sea ligeramente superior al estándar comercial para su edad. Un desarrollo corporal adecuado a las 17 semanas les permitirá afrontar mejor cualquier estrés relacionado con el manejo, cambios en el ambiente o el inicio de la puesta. Es esencial en este período garantizar el desarrollo del aparato digestivo, y para ello se debe prestar atención a la cantidad y tipo de fibra en la dieta suministrada (54).

En lo manifestado por Lewis (55), luego de cumplir 10 semanas de vida, las aves han completado el desarrollo de su aparato digestivo y han crecido significativamente en tamaño. Aunque su esqueleto todavía está en proceso de desarrollo, especialmente el hueso medular, están comenzando a desarrollar su masa muscular, a acumular grasa y a experimentar cambios hormonales, así como en el oviducto y ovario. Durante esta fase, experimentan dos mudas parciales. Es crucial evaluar su desarrollo corporal, conformación y tamaño de las crestas y su coloración para determinar su grado de madurez física y reproductiva, así como detectar posibles factores disruptivos como infecciones o problemas de manejo.

1.6.4. Fase de prepuesta: desde las 17 semanas

A fin de garantizar la adecuada formación de la cáscara de huevo, que requiere del calcio almacenado en el hueso medular, se aconseja suministrar una dieta de prepuesta desde las 17 semanas de edad hasta la primera ovoposición (56).

El hueso medular se desarrolla alrededor de dos semanas antes de la primera puesta y sirve como reserva de calcio para la formación de la cáscara del huevo. Por lo tanto, es crucial proporcionar una dieta de prepuesta con niveles adecuados de calcio y fósforo para asegurar el desarrollo óptimo de este hueso (57).

Una vez que las aves alcancen el 2% de puesta, se debe cambiar la dieta a una de puesta para evitar deficiencias minerales. Después, se debe utilizar un pienso de inicio de puesta con niveles elevados de aminoácidos, aproximadamente un 7% más alto que los niveles utilizados después del pico de producción, para satisfacer los requerimientos de producción temprana y desarrollo del sistema reproductor (58).

Si se aplica un manejo adecuado y una alimentación adecuada durante el período de levante y en todas las etapas de la vida del ave, es posible maximizar tanto el potencial genético del ave como la calidad nutricional del alimento. Es crucial seguir las tablas de alimentación específicas para cada raza durante el período de levante, ya que esto es fundamental para obtener buenos resultados (59).

Durante las etapas de iniciación, cría y recría, es recomendable que la alimentación suministrada contenga las cantidades adecuadas de nutrientes (60).

De acuerdo con Buxade (61) si el manejo durante la recría no es el adecuado, las aves pueden presentar un bajo consumo de alimento y un peso reducido al momento del inicio de la puesta, lo que impactará negativamente en el rendimiento general del lote. En estos casos, es común que el peso del huevo sea menor al esperado, que el pico de producción se encuentre por debajo de la meta establecida o que la producción disminuya rápidamente después de alcanzar el pico.

1.6.5. Estimular el consumo de pienso

Ching et al. (62), reportan, durante el período que va desde el inicio de la puesta hasta el pico de producción, se recomienda incrementar el consumo de alimento en un 40%, para cubrir las necesidades de producción de huevos y crecimiento de las aves. Para estimular el apetito y la ingesta de las aves, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Asegurar que el agua esté siempre disponible y en cantidad suficiente.
- Mantener la calidad higiénica del agua y evitar su contaminación.
- Controlar la calidad del aire, manteniendo niveles adecuados de humedad relativa y eliminando gases tóxicos.
- Controlar el peso y uniformidad del lote, ajustando la cantidad de alimento suministrado si es necesario.
- Realizar un seguimiento regular del estado de salud del lote y tratar cualquier problema sanitario que surja de forma rápida y eficaz.
- Realizar un correcto manejo de las aves, evitando el estrés y lesiones que puedan afectar su bienestar y productividad.
- Mantener las instalaciones limpias y en buen estado de conservación, evitando la acumulación de polvo, insectos y roedores que puedan afectar la salud de las aves.
- Realizar un programa de vacunación y desparasitación adecuado para prevenir enfermedades y mantener un buen estado sanitario del lote.

1.6.6. Factores que modifican las necesidades nutricionales

Es fundamental proporcionar a las aves una alimentación equilibrada a un costo razonable que satisfaga sus necesidades nutricionales. Es importante tener en cuenta que estos requerimientos nutricionales están influenciados por diversos factores, como la genética de las aves, los niveles de producción, la salud intestinal, el manejo de las aves, el procesamiento del alimento, la calidad del agua y la posible presencia de contaminantes como hongos o micotoxinas en el alimento (63).

Los principales factores que modifican los requerimientos nutricionales son el manejo, la temperatura, las enfermedades y las toxinas en el alimento (como micotoxinas y pesticidas) (64).

González (65), sugiere que el rango de raciones de alimento recomendadas para la fase de crianza se puede ajustar de acuerdo con la evolución real de la estructura corporal, el peso vivo y el desarrollo de las aves.

1.7.Principales nutrientes

1.7.1. Energía

Las aves pueden ajustarse eficazmente a una amplia gama de niveles energéticos en su alimentación, a excepción de ciertas situaciones, como el comienzo del período de puesta en verano o para aves de peso bajo. En estas circunstancias, se pueden requerir más energía de la que se consume para optimizar la producción de huevos y el crecimiento. Para abordar este problema, se deben realizar ajustes en el manejo de las aves, la densidad, la ventilación o el enfriamiento de la instalación, ya que los cambios en la alimentación por sí solos pueden no ser suficientes para lograr resultados positivos (66).

Durante el período de iniciación de la puesta del huevo, las aves pueden consumir hasta un 95% más de alimento que lo requerido para mantenerse. Este aumento de la ingesta de alimentos proporciona la energía necesaria para la producción del huevo y para almacenar la energía necesaria para este proceso. Cada uno de estos factores requiere aproximadamente el 50% de la energía ingerida por encima del mantenimiento. Por lo tanto, se recomienda que las raciones de alimento para aves ponedoras contengan al menos 2830 kcal metabolizables por kilogramo de alimento (67).

Durante el período de puesta, la concentración óptima de energía en la alimentación se encuentra en un rango razonable de entre 2.600 y 2.900 kcal EMAn/kg, y está determinada por el costo relativo de los ingredientes y los objetivos deseados en cuanto a los índices de conversión. Sin embargo, se ha observado que los piensos poco concentrados pueden reducir el consumo de energía (68). Estudios realizados

en aves ponedoras han demostrado que las aves ajustan su sistema digestivo a las características del pienso, pero tienen una tendencia a consumir en exceso la energía en caso de piensos demasiado concentrados y a reducir ligeramente su consumo energético cuando se les da piensos con muy baja concentración de energía.

En un estudio realizado por Brown (69), se compararon piensos de puesta con diferentes niveles de energía que iban desde 2.650 hasta 2.950 kcal EMAn/kg. Se encontró que el exceso de energía en el pienso (2.950 kcal/kg) resultaba en aves con mayor peso al final del ciclo, pero no en una mayor producción de huevos. Por otro lado, piensos con un contenido de energía demasiado bajo (2.650 kcal/kg) no afectaron los índices de producción de huevos, pero sí redujeron ligeramente el tamaño de los huevos. En otro estudio realizado en aves, (70) encontraron que las aves rubias de 1 a 120 días de edad mostraron un mayor crecimiento y mejores índices de conversión a medida que aumentaba la energía en el pienso. Sin embargo, en el estudio de Reddish (71), se observó que un aumento en el nivel de energía del pienso de aves de 0 a 5 semanas de edad, de 2.850 a 3.050 kcal EMAn/kg, no mejoró el crecimiento ni la uniformidad, pero sí mejoró los índices de conversión.

1.7.2. Proteína

Las aves no tienen una necesidad específica de proteína bruta, sino de aminoácidos esenciales, por lo que no es necesario establecer un límite mínimo de proteína en la dieta. Sin embargo, por precaución, se recomienda incluir un mínimo y un máximo de proteína en la formulación de la dieta. El mínimo ayuda a prevenir la limitación de productividad debido a la falta de un quinto aminoácido esencial no considerado en la formulación, mientras que el máximo ayuda a controlar la contaminación ambiental y reducir la incidencia de camas húmedas y huevos sucios (72).

Las necesidades de proteína en las aves, es decir, de aminoácidos esenciales, están determinadas principalmente por la producción y composición de los huevos. Además, la energía contenida en la ración también es un factor importante, ya que a medida que se aumenta la energía de la dieta, se eleva la necesidad del aminoácido esencial metionina. Cabe destacar que la proteína de los huevos tiene un valor biológico muy alto (73).

El estudio de Torres et al. (74) demostró que el uso de un pienso con una proteína bruta del 16,5% no tuvo un impacto significativo en la productividad de las aves, independientemente de su peso vivo inicial. Sin embargo, niveles de proteína bruta muy bajos (<15,5%) pueden disminuir el porcentaje de huevos de tamaño extra grande debido a una posible deficiencia en algún aminoácido esencial no considerado en la formulación del pienso.

Es importante tener en cuenta que el exceso en la alimentación de aminoácidos esenciales puede ser perjudicial para la salud de las aves y para el medio ambiente, ya que estos aminoácidos son excretados y pueden causar problemas ambientales. Además, un exceso en la alimentación de proteína también puede aumentar los costos de producción sin mejorar la productividad. Por lo tanto, es importante ajustar los niveles de aminoácidos esenciales en la alimentación de las aves de acuerdo con sus necesidades y objetivos de producción para optimizar su salud y productividad y minimizar los costos y el impacto ambiental (75-76).

1.7.3. Fibra

La información disponible sobre las necesidades de fibra dietética en aves y sus efectos en la salud digestiva y la productividad es limitada. Muchas empresas todavía formulan su alimentación sin considerar la fibra y, de hecho, se piensa que esta puede tener un impacto negativo en la productividad, por lo que se limita su inclusión en la alimentación. Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que un nivel mínimo de fibra es beneficioso para la salud digestiva y la productividad de las aves. Aunque un exceso de fibra puede afectar la digestibilidad y la palatabilidad, se ha demostrado que la inclusión de niveles moderados de fibra de calidad puede mejorar la solubilidad de las sales minerales y la utilización de proteínas de origen vegetal. Además, puede ayudar a controlar la presencia de microorganismos patógenos como *Salmonella* spp. Por lo tanto, es importante considerar la inclusión de niveles adecuados de fibra en la alimentación de las aves (77).

Es complicado hacer recomendaciones prácticas sobre el suministro de fibra en la alimentación de las aves de postura, ya que depende del objetivo principal que se

busque: mejorar la digestibilidad de los nutrientes y el consumo de alimento, o mejorar el bienestar animal. En general, se suele suministrar alimentos ricos en fibra durante esta fase para asegurar un buen desarrollo del aparato digestivo y maximizar el consumo al inicio de la puesta, lo que tiene sentido lógico. Sin embargo, estudios realizados en un laboratorio específico muestran que los efectos positivos de incluir altos niveles de fibra o presentar el alimento en forma de harina gruesa mejoran la capacidad del tracto gastrointestinal y de la molleja, reduciendo significativamente el pH del contenido digestivo en este órgano (78). Sin embargo, este efecto desaparece rápidamente cuando las aves reciben un alimento comercial normal al inicio de la puesta, por lo que los efectos sobre la producción de huevos y su tamaño son limitados y desaparecen con el tiempo.

No se ha investigado en detalle las necesidades de fibra dietética en aves y ponedoras. Es posible que las aves sean menos susceptibles a cambios en el contenido de fibra en su alimento que los pollos de engorde. En las aves, la falta de fibra estructural puede provocar una disminución en la eficiencia energética del alimento y reducción en los rendimientos productivos (79). En el caso de las ponedoras, niveles muy bajos de fibra pueden tener efectos negativos en su fisiología digestiva y bienestar, lo que resulta en heces líquidas y una mayor incidencia de picaje, especialmente en producciones en suelo o en libertad (80). De hecho, hay una clara relación positiva entre la apariencia general del plumaje de las aves y el nivel de fibra en su alimento.

Los estudios realizados sugieren que incluir niveles moderados de fibra bruta en la dieta de aves jóvenes puede mejorar su rendimiento productivo y su eficiencia alimentaria. Además, las aves de postura pueden beneficiarse de la inclusión de subproductos de la alimentación humana ricos en fibra en su dieta. Sin embargo, es importante tener en cuenta que niveles altos de fibra soluble pueden afectar negativamente al consumo de alimento y reducir el valor nutricional del pienso si está unida a otros nutrientes. Por lo tanto, se debe encontrar un equilibrio adecuado al formular la dieta de las aves en cuanto al contenido de fibra bruta y soluble (81).

1.7.4. Vitaminas

Es cierto que el mejoramiento genético de las gallinas ponedoras ha llevado a una mayor demanda de un entorno más exigente y que el estrés puede afectar negativamente su rendimiento productivo. En este sentido, el uso de sustancias nutricionales como vitaminas y aminoácidos puede ser una alternativa para minimizar los efectos del estrés y mejorar el desempeño productivo y sanitario del ave (82).

Las vitaminas y los aminoácidos son nutrientes esenciales que juegan un papel fundamental en la función biológica y en el metabolismo de las aves. Las vitaminas, como antioxidantes, ayudan a prevenir el daño oxidativo y el envejecimiento celular, mientras que los aminoácidos son los bloques de construcción de las proteínas y son esenciales para el crecimiento y el desarrollo de los tejidos (83).

En este sentido, es importante proporcionar una dieta adecuada y equilibrada para las aves ponedoras que contenga los niveles adecuados de vitaminas y aminoácidos para maximizar su rendimiento productivo y minimizar los efectos negativos del estrés. Además, también es importante tener en cuenta que el exceso de vitaminas y aminoácidos puede ser perjudicial para la salud de las aves y puede reducir la calidad de los huevos producidos. Por lo tanto, se recomienda trabajar con un especialista en nutrición animal para determinar los niveles óptimos de vitaminas y aminoácidos para cada etapa de la vida de las aves y ajustar la dieta en consecuencia (84).

De acuerdo con Roberts et al. (85) la investigación ha demostrado una fuerte conexión entre la nutrición y la inmunidad, en particular en relación a los diferentes grupos de nutrientes como los carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas. Además, se ha comprobado que las deficiencias de vitaminas pueden manifestarse no solo en signos evidentes de deficiencia, sino también en una reducción de la producción y variaciones en la tasa de reproducción. Por lo tanto, las vitaminas son importantes no solo para prevenir deficiencias visibles, sino también para mejorar la salud animal, la productividad y la calidad del producto.

Además, cabe destacar que el papel de las vitaminas en la salud y el desempeño animal ha sido ampliamente estudiado y se ha demostrado que tienen funciones

importantes en la regulación del sistema inmunológico, la protección contra el estrés oxidativo, el desarrollo y mantenimiento del sistema nervioso y la síntesis de proteínas. Por lo tanto, es esencial proporcionar una dieta balanceada y adecuada en vitaminas para garantizar la salud y el bienestar animal, así como la eficiencia productiva. Además, la suplementación con vitaminas puede ser necesaria en situaciones de estrés, enfermedad o durante etapas críticas del ciclo de vida, como el crecimiento y la producción de huevos en las aves de corral (86).

Las vitaminas son nutrientes esenciales que tienen un papel fundamental en el correcto funcionamiento del organismo animal, incluyendo su sistema inmunológico. Algunas vitaminas son producidas por el cuerpo, mientras que otras deben ser obtenidas a través de la alimentación o suplementos dietéticos. Las vitaminas liposolubles, como las vitaminas A, D, E y K, se almacenan en el tejido adiposo y en el hígado, y su exceso puede ser tóxico. Por otro lado, las vitaminas hidrosolubles, como las vitaminas C y del complejo B, no se almacenan en el cuerpo y son excretadas en la orina si se consumen en exceso. Por lo tanto, es importante tener un equilibrio adecuado en la ingesta de vitaminas para optimizar la salud y la productividad animal (87).

Es importante tener en cuenta que la alimentación natural puede no ser suficiente para proporcionar todas las vitaminas necesarias en la dieta de las aves de corral, especialmente cuando se crían en condiciones de producción intensiva. Además, las aves en diferentes etapas de desarrollo y producción tienen diferentes requerimientos nutricionales, lo que puede no ser completamente satisfecho con la alimentación natural (88).

Por lo tanto, es recomendable complementar la dieta de las aves de corral con suplementos vitamínicos que contengan las cantidades adecuadas de vitaminas liposolubles e hidrosolubles necesarias para su crecimiento, desarrollo y producción óptima. Estos suplementos pueden ser agregados al alimento o al agua de bebida, y se deben administrar de acuerdo a las recomendaciones de dosificación adecuadas para evitar una sobredosis o una deficiencia de vitaminas (89).

1.7.4.1. Vitamina A

Además de su importancia en el desarrollo y funcionamiento normal de los epitelios, la vitamina A también desempeña un papel crucial en la regulación del sistema inmunológico y en la prevención de enfermedades infecciosas en aves de corral. Su deficiencia puede aumentar la susceptibilidad de las aves a enfermedades infecciosas y reducir la eficacia de las vacunas. Por lo tanto, es importante asegurarse de que las aves reciban suficiente vitamina A en su dieta para mantener su salud y bienestar (90). Además, también se ha demostrado que la vitamina A mejora la calidad del huevo y la producción de las aves ponedoras (91).

Se ha demostrado que la deficiencia de vitamina A puede afectar negativamente la salud reproductiva de las aves de corral. Por ejemplo, puede disminuir la calidad del huevo y la fertilidad, y aumentar la tasa de mortalidad embrionaria. Asimismo, la deficiencia de vitamina A puede causar problemas en el desarrollo y crecimiento óseo de las aves jóvenes (92). Por lo tanto, es importante asegurar que las aves de corral reciban una adecuada cantidad de vitamina A en su dieta para mantener una buena salud general y un desempeño productivo óptimo.

Es importante destacar que el exceso de vitamina A también puede ser perjudicial para las aves, especialmente en la etapa de crecimiento, ya que puede provocar deformaciones en las patas y problemas óseos. Por lo tanto, se recomienda cuidar las dosis y no exceder las recomendaciones (93).

Adicionalmente, es importante tener en cuenta que la fuente de vitamina A en la dieta también puede ser relevante. Por ejemplo, la vitamina A sintética y la que se encuentra en los alimentos de origen animal se absorben mejor que la que proviene de alimentos vegetales. Por lo tanto, es importante asegurarse de que la dieta de las aves contenga fuentes adecuadas de vitamina A y de calidad (94).

1.7.4.2. Vitamina D

La vitamina D también es esencial para la absorción y regulación del calcio y fósforo en el organismo, lo que favorece el correcto desarrollo y crecimiento óseo de las aves de corral. La deficiencia de vitamina D puede provocar problemas de

producción y calidad del huevo, así como trastornos en el desarrollo esquelético de las aves (95). Por esta razón, se recomienda la suplementación adecuada de vitamina D en la dieta de las aves de corral, especialmente durante los períodos de crecimiento y producción de huevos.

Además de su función en la absorción de calcio y fósforo, la vitamina D también juega un papel importante en el sistema inmunológico de las aves de corral. Según (96), la vitamina D es necesaria para la activación de los macrófagos, las células responsables de la eliminación de los agentes patógenos en el cuerpo, lo que sugiere que la deficiencia de esta vitamina puede aumentar la susceptibilidad a las enfermedades infecciosas en las aves de corral. Por lo tanto, es importante asegurar una adecuada suplementación de vitamina D en la dieta de las aves de corral para prevenir enfermedades óseas y mantener una producción saludable de huevos, así como para optimizar su sistema inmunológico y prevenir enfermedades infecciosas.

1.7.4.3. Vitamina E

Mu et al. (97) afirman que la vitamina E tiene un papel crucial en el desarrollo y funcionamiento del sistema inmunológico en las aves. La vitamina E actúa como antioxidante protegiendo a las células del sistema inmunológico del daño oxidativo, además de modular la producción de prostaglandinas y leucotrienos que afectan la respuesta inmune y la síntesis de interferón que tiene un efecto antiviral. La modulación de la respuesta inmunológica puede mejorar la resistencia a enfermedades en las aves, lo que a su vez puede mejorar los parámetros de producción económica.

Además de su función antioxidante, la vitamina E también es importante para la fertilidad y el buen funcionamiento del sistema nervioso y muscular. También se ha demostrado que la vitamina E aumenta la respuesta inmunológica a las enfermedades infecciosas. La cantidad necesaria de vitamina E varía dependiendo de la concentración y tipo de grasa en la dieta, la concentración de selenio y la presencia de prooxidantes y antioxidantes en la ración (98).

1.7.4.4. Vitamina B

Las vitaminas del complejo B son un grupo de vitaminas hidrosolubles que tienen una amplia gama de funciones en el cuerpo de las aves de corral. Además de actuar en diversas rutas metabólicas, también son esenciales para el mantenimiento de un sistema inmune saludable. Además, estas vitaminas contribuyen a la formación de hemoglobina, la proteína que transporta el oxígeno en la sangre, lo que puede mejorar la circulación general en las aves. También ayudan a mantener una buena salud cardiovascular al relajar los vasos sanguíneos y mejorar la elasticidad de los mismos. Las vitaminas del complejo B son importantes para la producción de ácido clorhídrico en el estómago, lo que ayuda en la digestión de los alimentos. Finalmente, estas vitaminas son esenciales para mantener un sistema nervioso saludable y funcional. Es importante asegurarse de que las aves reciban suficientes vitaminas del complejo B en su dieta, ya que una deficiencia de estas vitaminas puede tener efectos negativos en su salud y bienestar (99).

(36), Existen otras vitaminas que también son importantes en la alimentación de las aves, como la vitamina B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), B6 (piridoxina), y B12 (cobalamina). Estas vitaminas participan en diversas funciones metabólicas y son esenciales para el correcto funcionamiento del organismo aviar.

La deficiencia de alguna de estas vitaminas puede tener consecuencias negativas para la salud de las aves y afectar su crecimiento y producción. Por ejemplo, la deficiencia de vitamina B1 puede causar polineuritis, una inflamación del sistema nervioso; la deficiencia de vitamina B2 puede afectar la piel y las mucosas, y la deficiencia de vitamina B12 puede causar anemia y problemas neurológicos.

Es importante asegurarse de que las aves reciban una alimentación equilibrada y completa en vitaminas, ya sea a través de la dieta o mediante suplementos vitamínicos adicionales, para garantizar su salud y bienestar.

- La vitamina B1 es esencial para la transformación de carbohidratos en energía y para el funcionamiento del sistema nervioso (100). La vitamina B2 tiene una influencia significativa en el desarrollo embrionario y se encarga de la producción de energía en el organismo. La vitamina B3 promueve el metabolismo de grasas, proteínas e hidratos e interviene en la circulación sanguínea y en el funcionamiento

del sistema nervioso. La vitamina B5 es parte de la Coenzima A (Coa) y de la proteína portadora de acilos (ACP), que participa de reacciones en el metabolismo de los carbohidratos, proteínas y lípidos, así como en la síntesis de lípidos, neurotransmisores, hormonas esteroideas, porfirinas y hemoglobina (101). La eficiencia de la vitamina B5 provoca la inhibición de la incorporación de aminoácidos en la albúmina de la sangre, lo que explicaría la reducción de los títulos de pruebas (102). Las lesiones mayores en la deficiencia de la Vitamina B5 en la crianza de aves suelen estar relacionadas al sistema nervioso, la corteza suprarrenal y la piel, reducción del crecimiento, así como del índice de conversión, problemas de piel, sobre todo en patas con infecciones oportunistas (103). La vitamina B6 desempeña un papel importante en el transporte del oxígeno en la sangre e interviene en la formación de glóbulos rojos, células sanguíneas y hormonas, hidratos de carbono, proteínas y grasas (104). La vitamina B7 es una coenzima esencial en el metabolismo de proteínas, lípidos y carbohidratos, está involucrada en la conversión de carbohidratos a proteína y viceversa, así como en la conversión de proteína y carbohidratos a grasa. La Vitamina B7 mantiene normal los niveles en sangre de glucosa del metabolismo de proteínas y grasa cuando el consumo de carbohidratos es bajo (105). La Vitamina B7 es importante para el funcionamiento normal de las glándulas tiroideas y suprarrenales, el tracto reproductivo y el sistema nervioso. Su deficiencia causa dermatitis severas, caída de plumas, crecimiento reducido y bajos índices de conversión, así como deformidades en picos y patas (106). La vitamina B8 es necesaria para el desarrollo de las glándulas sexuales y para el buen mantenimiento de la piel (107). La Vitamina B9 es indispensable en la transferencia de unidades individuales de carbono en grandes reacciones (108). Las aves son más susceptibles a su deficiencia que otros animales, pues muchas veces se tienen dietas deficientes en ácido fólico. La deficiencia de Vitamina B9 en aves produce un crecimiento retardado y un índice de conversión desfavorable, anemias, debilidad en las plumas, patas abiertas, aves letárgicas, disminución del consumo de alimento, palidez de mucosas.

2.7.4.5. Vitamina C

Según (109), la vitamina C o ácido ascórbico es un micronutriente crucial para mantener los procesos fisiológicos de las aves, ya que actúa tanto como agente

reductor como antioxidante. (110) afirman que la vitamina C puede mejorar la respuesta inmune celular y el desarrollo de aves de engorde que se someten a diversos factores de estrés, como el calor, el corte de pico y enfermedades como la coccidiosis.

La vitamina C desempeña varias funciones importantes en el organismo aviar, incluyendo la formación de colágeno, el aumento de la resistencia a las infecciones mediante la mejora de la leucocitosis y el poder fagocítico de la sangre, y la promoción de la absorción y utilización del hierro. Aunque los organismos aviares pueden sintetizar su propia vitamina C y no necesitan añadirla en su dieta, se ha observado que la adición de niveles externos de vitamina C puede tener efectos beneficiosos en situaciones estresantes como golpes de calor.

La deficiencia de vitamina C puede causar varios problemas de salud en las aves, incluyendo una disminución en la producción de huevos, cáscaras de huevo frágiles, baja fertilidad y una mayor susceptibilidad a las enfermedades infecciosas y la anemia. Los signos de deficiencia pueden incluir crecimiento lento, mala conversión alimenticia, disminución en el tamaño de los huevos, mala incubabilidad, y un aumento en la grasa en órganos como el corazón, el hígado y los riñones (111).

De acuerdo a (112), al administrar 250 mg/kg de ácido ascórbico o vitamina C a aves ligeras expuestas a estrés por frío (6°C), se observó una disminución en los niveles de corticosterona, lo cual sugiere una reducción en los efectos del estrés en las aves. Asimismo, se observó una mejora en los parámetros productivos, como el peso del ave, la producción de huevos, la conversión alimenticia y la calidad de la cáscara del huevo. Los investigadores también encontraron niveles sanguíneos más elevados de minerales como el zinc, hierro, manganeso y cromo.

2.7.4.6. Vitamina K

La vitamina K es esencial para garantizar una coagulación adecuada de la sangre, ya que estimula la producción de protrombina. Por lo tanto, es necesario aumentar los niveles de vitamina K en ciertas condiciones que puedan causar deficiencia, como la coccidiosis, el uso prolongado de antibióticos o sulfas en la dieta, o en las

aves incubadas por aves con deficiencia de esta vitamina (113). Además de su papel en la coagulación sanguínea, la vitamina K también tiene otros beneficios, como proteger las células, reducir los problemas cardiovasculares y mejorar la función de desintoxicación del hígado.

1.8.Minerales

Existen dos tipos de minerales: macrominerales y micro minerales, ambos son esenciales para el crecimiento y la reproducción de las aves, así como también para la formación de su sistema óseo y la producción de huevos. Si se presenta una deficiencia de minerales en la alimentación, pueden surgir varios signos como una baja ingesta de alimentos, un crecimiento lento, problemas en las patas, desarrollo anormal de las plumas, disminución de la producción, problemas reproductivos y un aumento en la tasa de mortalidad. En general, los minerales juegan un papel fundamental en el bienestar de las aves (114).

Los huevos son una fuente importante de calcio, fósforo, hierro y cobre, y el extracto seco del huevo contiene alrededor del 15% de calcio. Por esta razón, las aves ponedoras tienen altas necesidades de calcio en su dieta. Es necesario suministrar suplementos de calcio y fósforo para crear reservas antes de que comiencen a poner huevos, ya que estos minerales se movilizan de los huesos durante la postura, de manera similar a como ocurre durante la lactancia. (115).

Durante la producción de huevos, el primer huevo implica una gran demanda sobre el metabolismo del ave debido a la pérdida repentina de 2 gramos de calcio de su organismo. Parte de este calcio se obtiene del hueso medular, por lo que es importante acumular reservas en el hueso medular antes del inicio de la postura. Para ello, se utilizan niveles mayores de calcio en la dieta de pre-postura. Este concepto se ha desarrollado debido a que la producción de huevos es un evento de todo o nada, lo que significa que las aves ponen huevos de manera continua y requieren grandes cantidades de calcio para mantener su producción (116).

Debido a la alta variación en el contenido de ingredientes de los alimentos para aves, se ha demostrado que al menos seis micro minerales deben ser suplementados en las dietas: hierro, cobre, zinc, manganeso, yodo y selenio (117).

1.8.1. Calcio

El calcio desempeña una variedad de funciones metabólicas importantes en las aves, incluyendo la formación y mantenimiento de los huesos, contracción muscular, coagulación de la sangre, regulación del ritmo cardíaco, ganancia de peso y utilización de alimentos, producción y calidad de huevos, transmisión de impulsos nerviosos, catalizador de enzimas, secreción de hormonas y factores liberadores de hormonas. Para evitar la pérdida repentina de calcio durante la postura y la fatiga de la jaula, se recomienda alimentar a las aves con piensos altos en calcio al menos 3 semanas antes de la postura y durante la puesta. Una forma práctica de suplementar el calcio es en forma de grano grueso con un tamaño de aproximadamente 4 a 5 mm, y se recomienda una dosis diaria de 1 gramo/ave/día desde el primer huevo hasta las 35 semanas, 2 gramos/ave/día de la semana 36 a la 58 y de 2,5 a 3 gramos/ave/día desde la 59 al final de la puesta (118).

Según (119), el calcio es esencial para mantener la salud y la producción de huevos de alta calidad. Este mineral es el componente más abundante en el esqueleto de las aves y también desempeña diversas funciones importantes, como la coagulación de la sangre, la activación y desactivación de enzimas, y la secreción de hormonas. La falta de calcio puede tener graves consecuencias para la salud y la productividad de las aves, incluyendo una serie de problemas, como:

- Baja calidad o ausencia de cáscara en los huevos.
- Pérdida de masa ósea y debilidad en las patas.
- Problemas de crecimiento y desarrollo.
- Problemas de reproducción, como la disminución de la producción de huevos, la aparición de huevos blandos, huevos retenidos, huevos con doble yema, etc.
- Mayor susceptibilidad a enfermedades, especialmente a problemas respiratorios.

Fuentes de calcio como la piedra caliza y la conchilla de ostras contienen entre 36 y 38% de carbonato de calcio, lo que las convierte en opciones valiosas. Es importante tener en cuenta el grado de solubilidad del carbonato de calcio, ya que algunos tipos pueden contener compuestos silíceos como el cuarzo, lo que hace que el calcio sea muy poco soluble. Es importante considerar la presencia de magnesio, ya que niveles superiores al 1% pueden debilitar la cáscara del huevo, como se mencionó anteriormente (120).

1.8.2. Fósforo

El fósforo juega un papel muy importante en la formación de los huesos, el metabolismo de los carbohidratos y las grasas, mantiene el equilibrio ácido-base del organismo y transporta el calcio para la formación del cascaron (121).

El Fósforo es un componente esencial del hueso, ya que alrededor del 80% del fósforo en el cuerpo se encuentra en el esqueleto. También juega un papel vital en muchos aspectos del metabolismo, incluyendo el metabolismo muscular, energético, de los hidratos de carbono, grasas y aminoácidos, así como el metabolismo de los tejidos nerviosos y la química sanguínea normal. Además, es un componente importante de los ácidos nucleicos, algunas enzimas y coenzimas, y está implicado en el almacenamiento y transporte de energía en compuestos fosforilados de glucosa y sus derivados, así como otros compuestos de alta energía como ADP, ATP y creatina fosfato. Solo alrededor del 10% del fósforo en el cuerpo se encuentra en forma de fosfato inorgánico (122).

1.8.3. Magnesio

El magnesio es un mineral esencial para muchas funciones importantes en las aves, incluyendo la formación y mantenimiento de un esqueleto saludable. También es un cofactor importante en muchas enzimas que están involucradas en el metabolismo de la glucosa y en otras reacciones bioquímicas importantes.

En cuanto a su efecto sobre el sistema nervioso central y periférico, el magnesio tiene un efecto modulador sobre los canales de calcio y el receptor NMDA del

glutamato, lo que puede contribuir a su efecto depresor en el sistema nervioso. Sin embargo, también se ha demostrado que el magnesio puede tener efectos beneficiosos en la función cerebral y puede tener propiedades neuro protectoras en ciertas condiciones (123).

En general, el magnesio es un mineral importante para la salud y el bienestar de las aves, y su deficiencia puede tener consecuencias graves para su salud y rendimiento. Por lo tanto, es importante asegurar que las aves reciban una dieta adecuada que contenga cantidades adecuadas de magnesio y otros nutrientes esenciales.

1.8.4. Potasio

El potasio es un catión importante en el líquido intracelular de las aves y juega varios roles cruciales en el cuerpo. Una de las funciones más importantes del potasio es su acción sobre el corazón, donde ayuda a regular el ritmo cardíaco y la contracción muscular.

Además, el potasio también interviene en la transmisión neuromuscular y es necesario para la excitabilidad y conductibilidad normal del nervio y la contractibilidad muscular normal. La deficiencia de potasio puede causar debilidad muscular, fatiga y otros síntomas relacionados con la disminución de la función neuromuscular.

Es importante destacar que el potasio es un mineral que se encuentra en muchos alimentos, incluyendo frutas, verduras y carnes. Por lo tanto, es importante asegurarse de que las aves reciban una dieta adecuada que contenga cantidades suficientes de potasio para mantener una salud óptima y prevenir la deficiencia de este mineral (124).

1.8.5. Sodio

Es el principal ion del líquido extracelular en las aves y desempeña varias funciones importantes en el cuerpo. Una de las funciones más importantes del sodio es su papel en el equilibrio y la distribución de líquidos en el cuerpo. El sodio trabaja en

conjunto con el potasio para mantener el equilibrio hídrico en el cuerpo y ayuda a regular la presión arterial.

Además, el sodio también es importante para el equilibrio ácido-base en el cuerpo y tiene efectos en el sistema cardiovascular y los riñones. En los riñones, el sodio actúa directamente en la excreción diurética, lo que ayuda a mantener la homeostasis hídrica en el cuerpo y a eliminar los desechos.

Es importante destacar que el sodio se encuentra en muchos alimentos, especialmente en la sal de mesa, y su ingesta en exceso puede ser perjudicial para la salud. Por lo tanto, es importante proporcionar una dieta equilibrada que contenga cantidades adecuadas de sodio para mantener una salud óptima y prevenir la deficiencia o el exceso de este mineral en las aves (125).

1.8.6. Carbonato de calcio

El carbonato de calcio es un producto económico y fácilmente disponible para su uso en la alimentación de aves. Su principal función es mejorar la calidad de la cáscara del huevo, lo que ayuda a reducir el riesgo de roturas durante la puesta y el transporte. Es importante tener en cuenta la edad de las aves al suministrar carbonato de calcio, y se recomienda una mezcla con 60% de gránulos gruesos y 40% de finos para aves de 40 semanas o más que presentan problemas de rotura de huevos. La dosificación recomendada es de 2 a 4 gramos por ave. Es fundamental realizar una adecuada mezcla para asegurar una distribución uniforme del producto en la alimentación de las aves (126).

(127), el carbonato de calcio es una fuente económica y fácil de administrar en la dieta de las aves, ya que se encuentra disponible en el mercado en diferentes presentaciones. Sin embargo, es importante tener en cuenta la edad de las aves y la dosificación adecuada para evitar problemas de salud como la hipervitaminosis D y la acumulación de calcio en los tejidos blandos. En general, el uso adecuado del carbonato de calcio como suplemento en la alimentación de las aves puede mejorar significativamente su salud y productividad.

1.9. Concentrados de vitaminas y minerales comerciales

1.9.1. Suprafos-F®

De acuerdo con (128), el Suprafos-F® es un suplemento mineral concentrado que se utiliza para mejorar el rendimiento en animales. La composición detallada del producto se puede encontrar en la Tabla 5.

Indicaciones de uso

Este producto es recomendado para todas las especies animales con el propósito de prevenir y tratar deficiencias de minerales y vitaminas. Para su aplicación, se debe mezclar con el alimento en una concentración del 3%, o suministrar 50 gramos de Suprafos-F® por día y por cada animal, según lo recomendado por (128).

1.9.2. Selenio Vita E

De acuerdo con (129), el Selenio Vita E es un suplemento que combina vitaminas y minerales, y está compuesto por Selenito de sodio y Vitamina E acetato.

Indicaciones de uso

La vitamina E y el selenio trabajan en conjunto para reducir el daño celular causado por los radicales libres de oxígeno. Además, su combinación es beneficiosa para prevenir la degeneración muscular, la encefalomalacia y la diátesis exudativa en caso de deficiencia de ambas sustancias. Este suplemento también está indicado para tratar enfermedades que afecten el rendimiento productivo de los animales, y se ha observado que su consumo aumenta la ingesta de alimento y mejora la eficiencia en la utilización de nutrientes, lo que resulta en un mayor peso corporal final y una disminución en la tasa de mortalidad (130).

1.10. Mecanismo de acción

- **Vitamina E:** desempeña una función importante en el sistema antioxidante junto con otros nutrientes, como la vitamina C, el betacaroteno, el glutatión peroxidasa, la catalasa y el superóxido dismutasa. Debido a que es liposoluble, se encuentra en estrecha relación con los fosfolípidos de las membranas, donde protege a los ácidos grasos poliinsaturados de la peroxidación causada por los radicales libres. Tanto la vitamina E como el selenio tienen un papel en el metabolismo celular del sulfuro, y actúan como antioxidantes para proteger contra la hemólisis eritrocitaria y prevenir la peroxidación en las uniones no saturadas de las membranas celulares (131).
- **Selenio:** El efecto principal del selenio en el cuerpo es su función antioxidante en la membrana celular para proteger contra el peróxido de hidrógeno y los lipoperóxidos, lo que se logra mediante la actividad enzimática de las enzimas glutatión peroxidasa que contienen selenocisteína. Esta acción antioxidante es similar a la de la vitamina E. El selenio también es un componente importante de otras proteínas funcionales, como la tetraidotironina-5'-I-desiodinasa, que está involucrada en el metabolismo de las hormonas tiroideas. Aunque se sabe que el selenio tiene efectos fisiológicos y farmacológicos, aún no se ha dilucidado completamente su modo de acción bioquímico en el cuerpo (132-133).

1.11. Farmacocinética

- **Vitamina E:** Luego de su absorción, la vitamina E es llevada a través del sistema circulatorio por las lipoproteínas beta. Se distribuye por todos los tejidos del cuerpo y se acumula en el tejido adiposo. Su transporte a través de la placenta es limitado. La vitamina E es metabolizada en el hígado y principalmente excretada a través de la bilis (134).
- **Selenio:** En ratones, ratas y perros, la mayoría de los compuestos de selenio solubles en agua, como selenitos, selenatos y compuestos orgánicos, son fácilmente absorbidos (80-90%) en el tracto gastrointestinal. Sin embargo, en ovejas y vacas, la tasa de absorción es menor (30-35%), probablemente debido

a la reducción de selenito a selenio elemental por bacterias en su tracto gastrointestinal. Por otro lado, se ha observado un alto grado de absorción después de la ingesta oral de selenito (40-85%), selenato (95%) y seleno metionina (75-97%) (135).

1.12. Dosis

En la Tabla 5, se indica las dosis referenciales para 1000 aves que sugiere Inpelab (125)

Tabla 5 Dosis referencial del Selenio Vita E para 1000 aves

Selenio Vita E	Edad, semanas	Peso promedio, g
41.2 ml/56 L de agua	0 – 1	165
100 ml/125 L de agua	1 – 2	400
125 ml/174 L de agua	2 – 3	900
340 ml/226 L de agua	3 – 4	1400
500 ml/264 L de agua	4 – mas	2000

Fuente: Inpelab (125)

1.13. Contraindicaciones

Se recomienda que el suplemento vitamínico mineral se utilice únicamente en la especie animal autorizada y no en otras especies. Es importante diluir adecuadamente el producto en el agua de bebida y asegurarse de que se consuma completamente. Se debe tener precaución si se detecta hipersensibilidad a alguno de los componentes y, en caso de cualquier reacción adversa, se debe suspender su uso y buscar atención médica veterinaria de inmediato. Además, se debe mantener el producto fuera del alcance de los niños y animales domésticos para evitar cualquier posible ingestión accidental (136).

1.14. Núcleo corrector Vitamínico-Mineral

Según la información proporcionada por (137), el Núcleo Corrector Vitamínico-Mineral es un suplemento diseñado específicamente para complementar la alimentación de aves reproductoras en todas sus etapas. Este suplemento contiene

una combinación de vitaminas y micro minerales que son esenciales para el correcto desarrollo y funcionamiento del organismo de estas aves.

1.15. Recomendaciones de uso

Se emplea para elaborar alimentos destinados a aves reproductoras en todas las fases de producción. Esta mezcla proporciona los nutrientes necesarios para garantizar un buen desempeño de las aves en términos de producción de huevos y cría de aves saludables. Además, gracias a la presencia de vitaminas y minerales, se promueve una dieta equilibrada que favorece la salud y el bienestar de las aves reproductoras. El uso adecuado de este núcleo corrector contribuye a mejorar la calidad y cantidad de los huevos producidos, y a maximizar el rendimiento de la producción avícola (138).

1.16. Dosificación y Presentación

La dosificación recomendada del Núcleo corrector vitamínico-mineral es de 3 kg por cada tonelada de alimento terminado para aves reproductoras en todas sus etapas. Para mejorar la calidad del mezclado, se aconseja la realización de una premezcla previa (139).

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del lugar de investigación

El presente trabajo experimental se realizó en la Granja “Avícola Benavides T”, ubicada en la parroquia Bolívar barrio Oriente, cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua, situada geográficamente a $1^{\circ}22'38.1$ latitud sur y $78^{\circ}32'13.6$ longitud oeste, a una altura de 2500 a 4500m.s.n.m., con una temperatura media de 14° C, teniendo una duración de 180 días que comprenden desde las 12 a las 22 semanas de edad de las aves Isa Brown.

2.2. Unidades experimentales

Se utilizaron 300 aves de la línea Isa Brown que iniciaban la semana 12 de edad, con un peso promedio de 1082,73 g, hasta la semana 22 que estaban en la fase de producción, siendo el tamaño de unidad de experimental de 12 aves cada una, distribuidas en jaulas metálicas, con una densidad de tres aves por jaula, teniendo un total de 4 jaulas (12 aves) por unidad experimental.

2.3. Equipos y materiales

Los equipos, materiales y suministros que se utilizaron fueron:

- 100 jaulas con capacidad para 3 aves
- Comederos metálicos tipo canal
- Bebederos automáticos tipo niple
- Balanza de pesaje de aves y huevos
- Coche distribuidor de alimento
- Embudo metálico
- Tanques para el almacenamiento del alimento
- Coche recolector de huevos
- Cubetas plásticas
- Calibre

- Cinta métrica
- Equipo de laboratorio
- Material de escritorio

2.4. Tratamiento y diseño experimental

Se evaluó el efecto de la adición al alimento suministrado a las aves Isa Brown en la fase de levante e inicio de postura (12 a 22 semanas de edad) de diferentes núcleos de vitaminas y minerales como son: Suprafos F (de IMPVET); Selenio más Vitamina E (de Inpel), Núcleo corrector vitamínico-mineral (de Vetifarma) y carbonato de calcio, para ser comparado con un tratamiento control (solo alimento), por lo que se contó con 5 tratamientos experimentales y cada uno con 5 repeticiones como se detalla en la Tabla 12 del esquema del experimento.

2.4.1. Esquema del experimento

Tabla 6 Esquema del experimento

Núcleos de vitaminas y minerales	Código	Repeticiones	TUE*	Total Aves/trat
Control (balanceado)	T0	5	12	60
Suprafos F	T1	5	12	60
Selenio más Vitamina E	T2	5	12	60
Corrector vitamínico-mineral	T3	5	12	60
Carbonato de calcio	T4	5	12	60
TOTAL, AVES				300

T.U.E*: Tamaño de la unidad experimental, 12 aves

Las unidades se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar por presentar homogeneidad en sus pesos y su manejo de realizó bajo condiciones controladas, por lo que para su análisis se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_{ij}.$$

Donde:

Y_{ijk} = valor del parámetro en determinación

μ = Media poblacional

T_i = Efecto i-ésimo de los tratamientos (Núcleos de vitaminas y minerales)

E_{ij} = Efecto del error experimental

2.4.2. Composición de las raciones experimentales

Las raciones experimentales utilizadas se calcularon y elaboraron en la Granja Avícola Benavides T, de acuerdo a los requerimientos nutritivos indicados en el Manual Isa Brown, las mismos que se detallan a continuación:

Tabla 7 Composición de las raciones experimentales para las aves Isa Brown en levante (12 a 18 semanas de edad)

	Se + Vit. E F	Suprafos-	Núcleo Ca	Carbonato	Control
Ingrediente	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
Maíz	50.30	50.30	50.30	50.30	50.30
Afrecho trigo	8.70	8.70	8.70	8.70	8.70
Polvillo arroz	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Harina de pescado	6.08	6.08	6.08	6.08	6.08
Torta de soya	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Sal yodada	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Metionina	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Fosfato de calcio	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Vitaminas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Coccidios tato	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Promotor	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Carbonato de calcio	0.64	0.64	0.64	0.64	1.39
Antimicótico	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Antioxidante	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Grasa vegetal	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03
Núcleos	0.50	0.50	0.50	0.50	
Total, kg	100	100	100	100	
Aporte nutritivo					
Energía	3000.38	3000.38	3000.38	3000.38	3000.38
Metabolizable, kcal					
Proteína, %	19.19	19.19	19.19	19.19	19.19
Grasa, %	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54
Fibra, %	4.22	4.22	4.22	4.22	4.22
Calcio	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Fosforo	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Metionina+Cistina	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
Lisina	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

Tabla 8 Composición de las raciones experimentales para las aves Isa Brown en inicio de postura (19 a 22 semanas de edad)

Ingrediente	Se + Vit. E (kg)	Suprafos-F (kg)	Núcleo (kg)	Carbonato Ca (kg)	Control (kg)
Maíz	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00
Afrecho trigo	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Polvillo arroz	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
Torta de soya	19.90	19.90	19.90	19.90	19.90
Sal yodada	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Metionina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fosfato di cálcico	2.04	2.04	2.04	2.04	2.53
Vitaminas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Coccidiostato	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Promotor	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Carbonato de calcio	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Agrisalvan	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Grasa vegetal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Antioxidante	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Vitaminas y Minerales	0.50	0.50	0.50	0.50	
Total, kg	100	100	100	100	100
Aporte nutritivo					
Energía Metabolizable, kcal	2900.05	2900.05	2900.05	2900.05	2900.05
Proteína, %	15.90	15.90	15.90	15.90	15.90
Grasa, %	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26
Fibra, %	4.19	4.19	4.19	4.19	4.19
Calcio	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02
Fosforo	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
Metionina+Cistina	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Lisina	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94

Tabla 9 Análisis calculado de las dietas experimentales para las aves Isa Brown en la primera fase de producción (18-22 semanas de edad).

Nutriente	Se + Vit. E	Suprafos-F	Núcleo	Carbonato Ca	Control
Humedad total, %	10.17	10.11	9.71	9.63	10.09
Materia seca, %	89.83	89.89	90.29	90.37	88.91
Proteína, %	16.00	15.92	15.09	15.15	15.7
Fibra, %	4.56	4.39	4.57	4.23	4.75
Grasa, %	4.83	4.78	4.31	4.75	4.91
Cenizas, %	10.18	11.02	11.65	11.87	8.07
Materia orgánica, %	89.92	88.98	88.35	88.13	91.93
Calcio, %	2.97	3.04	3.11	3.19	3.01
Fosforo, %	0.39	0.44	0.48	0.38	0.42
Magnesio, %	0.15	0.16	0.17	0.17	0.17

Fuente: SETLAB, 2022.

2.5. Mediciones experimentales

Las variables experimentales en estudio fueron las siguientes:

Variable Independiente: Núcleos de vitaminas y minerales.

Variabes dependientes: Comportamiento productivo de las aves, que se midió semanalmente (desde la semana 12 a 22 de edad), para poder establecer los resultados acumulados de:

- Peso de las aves. g
- Ganancia de peso, g
- Consumo de alimento, g/ave
- Conversión alimenticia (consumo de alimento/ganancia de peso)
- Producción de huevos, %
- Peso del huevo, g
- Diámetro del huevo, cm
- Conversión alimenticia de la producción de huevos (consumo de alimento/ peso total de los huevos)

2.6. Análisis estadístico

Los resultados experimentales obtenidos se sometieron a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA) para las diferencias.
- Separación de medias por medio de la prueba de Tukey al nivel de significancia de 0.05.

Tabla 10 Esquema del análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	24
Tratamientos	4
Error experimental	20

2.7. Procedimiento experimental

2.7.1. Descripción del experimento

En el presente trabajo experimental se utilizaron 300 aves de la línea Isa Brown de 12 semanas de edad, las mismas que se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar, alojándolas en jaulas metálicas de 60x45cm con una densidad de 3 aves por jaula.

El suministro de alimento se proporcionó a los animales de acuerdo a las dietas en evaluación proporcionándoles la cantidad sugerida en el Manual de Isa Brown más un 10 %, el mismo que fue pesado diariamente y colocados en comederos lineales de tol galvanizado.

El agua se proporcionó a voluntad por medio de bebederos automáticos tipo copa colibrí, localizados en la parte interna de cada jaula.

El pesaje de las aves se realizó semanalmente (12 a 22 semanas de edad), para lo cual se utilizó una balanza de 5 kg de capacidad y una precisión de 1g.

La producción de huevos se contó diariamente mediante la recolección de dos veces al día a las 10 horas y 14 horas con la ayuda de cubetas de cartón de capacidad de 30 unidades, para luego ser contabilizados diariamente.

El consumo de alimento se determinó en base a la cantidad de alimento proporcionado y tomando en consideración el sobrante. La conversión alimenticia se estableció con relación al alimento consumido y dividido para la producción de huevos en base al peso.

2.8. Programa Sanitario

Antes de iniciar el experimento se realizó una limpieza del lugar, en especial de las jaulas, para el efecto se hizo uso de fultrex, para posteriormente quemar con una lanza llamas y erradicar todo vestigio de bacterias, virus y hongos. La desinfección está bajo el control del programa de bio seguridad diseñado para la granja, así como también la aplicación de las vacunas correspondientes, de acuerdo al calendario de inmunización establecido (140).

Previamente antes de colocarlas las aves en las jaulas se realizó una desparasitación interna de todas las aves utilizando para el efecto Ivercur que contiene febendazol 22 gramos, ivermectina 0,5 gramos contra parásitos gastrointestinales, pulmonares y renales en sus diferentes etapas de desarrollo, inclusive nematodos y cestodos, ácaros, piojos y larvas de insectos. Después de administrar el desparasitante, se suministró Complejo B® Oral, recomendado para animales jóvenes en etapa de crecimiento y durante los períodos de gestación, lactancia y producción. Las vitaminas del complejo B tienen un efecto rápido en el organismo animal y desempeñan un papel fundamental en el metabolismo, conversión de alimentos y mantenimiento de los tejidos corporales. Se ha demostrado que son efectivas en el tratamiento de procesos relacionados con situaciones estresantes causadas por infecciones bacterianas, virales y parasitarias. Para garantizar un consumo normal de agua, se limpiaron los bebederos automáticos cada 2 días.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Comportamiento productivo de las aves Isa Brown durante el levante al inicio de la puesta (de 12 a 22 semanas de edad)

3.1.1. Pesos acumulados

El peso a las 12 semanas de edad de las aves Isa Brown que corresponde al peso inicial del estudio fue en promedio de 1082,36 g, por cuanto variaron entre 1079.80 y 1090.00 g, que estadísticamente no fueron diferentes (Figura 1), manteniéndose este comportamiento hasta la semana 14, ya que los pesos de las aves no fueron estadísticamente diferentes ($P > 0.05$), por cuanto las respuestas registradas fueron de 1215.60 g cuando consumieron el alimento con carbonato de calcio y 1246.20 g cuando se utilizó Selenio + Vitamina E, por lo que podría indicarse que durante los primeros 15 días de evaluación, el comportamiento de las aves no mostraron cambios representativos por efecto de los suplementos utilizados, además estos pesos guardan relación con los indicados en la Guía de manejo (141), donde se reporta que los pesos corporales a las 14 semanas de edad estas aves deben alcanzar entre 1210 y 1265 g.

A partir de las 15 semanas de edad, los pesos de las aves presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) por efecto de la suplementación con vitaminas y minerales, alcanzando mayores pesos con el empleo de Selenio Vita E con 1323,8 g, mientras que los menores pesos presentaron las aves que recibieron alimento con carbonato de calcio con 1286.60 g, notándose que a partir de esta edad (semana 15) hasta terminar el levante (18 semanas de edad) y las primeras semanas de producción (19 a 22 semanas), las diferencias son altamente significativas ($P < 0.01$) y demuestran que los mayores pesos corporales presentados por aves corresponden a las aves que se les suministro el alimento con Selenio Vita E, en cambio al utilizar el carbonato de calcio los pesos alcanzados fueron los menores del estudio, en tanto que el empleo de los otros suplementos vitamínicos minerales presentaron un comportamiento intermedio entre los señalados, como puede verse en el Figura 1.

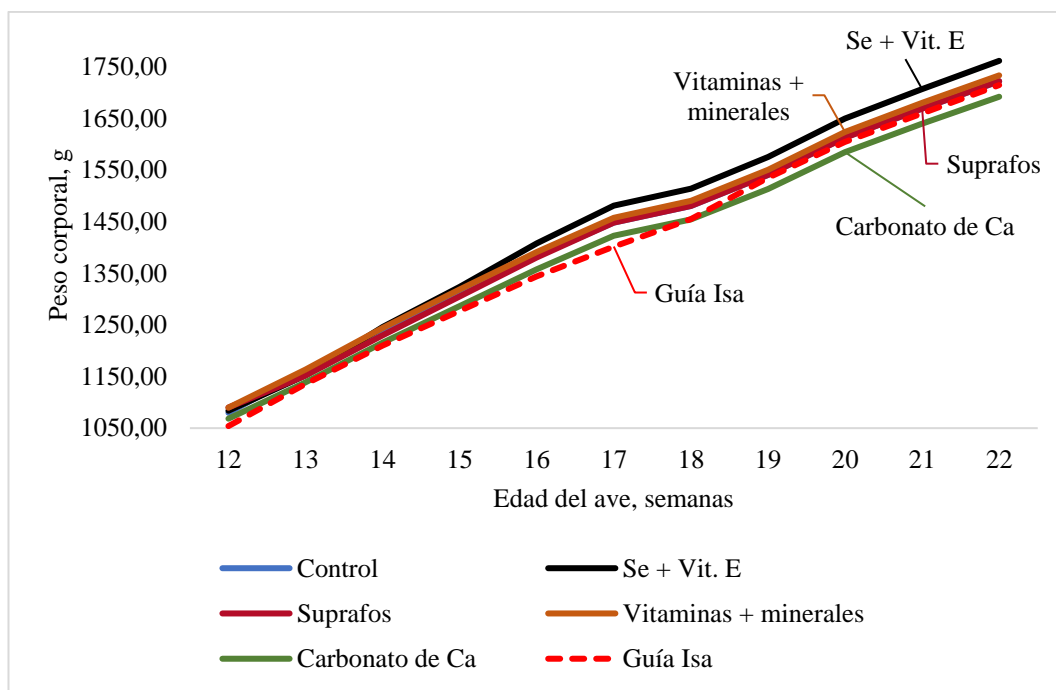


Figura 1 Comportamiento de los pesos (g) de las aves Isa Brown de 12 a 22 semanas de edad, por efecto de la adición de diferentes núcleos de vitaminas y minerales.

En base a lo indicado, los pesos a las 18 semanas de edad fueron entre 1454.80 y 1514.40 g y a las 22 semanas entre 1692.40 y 1762.00 g cuando se utilizó el carbonato de calcio y Selenio Vita E que son los casos opuestos, respectivamente, respuestas que al comparar con los pesos referenciales de la Guía de manejo Isa Brown se establece que las aves presentaron un buen desarrollo ya los pesos determinados están entre los referencias que son de 1455 a 1545 g a las 18 semanas de edad y de 1715 g a las 22 semanas, siendo este último superado ligeramente con el empleo de Selenio +Vita E.

El comportamiento de las respuestas mencionadas pueden deberse a lo mencionado por (142), en que el empleo de vitamina E y selenio, está indicado para incentivar el consumo de alimento y el aprovechamiento de los nutrientes, con lo que se aumenta el peso corporal final del animal y se disminuye la mortalidad, por lo que en el mismo sentido (143), afirma que la vitamina E mejora la resistencia a las enfermedades trayendo como consecuencia una mejora en parámetros productivos de interés económico; en cambio que el efecto del carbonato de calcio durante la etapa de levante e inicio de la postura, según (144), tiene mayor importancia en las

funciones metabólicas del cuerpo del ave como son: formación y mantenimiento de los huesos; contracción de los músculos esqueléticos, cardíacos y lisos; producción de huevos y principalmente calidad de la cáscara, aunque (145), manifiesta que el consumo inmediato de Carbonato de Calcio incorporado a la dieta, produce mayor calidad y aumento en la producción de huevos, favorece el crecimiento de aves jóvenes, mejora el engorde y precocidad, fortifica los huesos y mantiene las aves más sanas.

Por lo que en base a las respuestas obtenidas se concuerda con (146), en el uso de un suplemento vitamínico-mineral es indispensable para optimizar el desempeño productivo y la salud de las aves de postura, ya que, también mejora el bienestar de las aves, así como también con lo indicado por (147), en que la productividad de un lote de ponedoras va a depender en gran medida del desarrollo corporal temprano y de la uniformidad al final del levante, que es lo alcanzado en el presente trabajo.

3.1.2. Ganancias de peso

Los resultados de las ganancias de peso acumuladas de las aves Isa Brown entre las 12 y 22 semanas de edad, evidencian que los incrementos de peso entre las semanas 13 y 15 de edad no presentaron diferencias estadísticas por efecto de la suplementación con vitaminas y minerales, ya que en la primera semana de estudio (de 12 a 13 semanas de edad), los incrementos de pesos fueron de 61.80 g al utilizarse el Suprafos y 80.60 g de las aves del grupo control, en cambio de las 12 a las 15 semanas de edad las ganancias acumuladas de peso fueron de 215.40 g con el empleo de Suprafos-F, 218.20 g con carbonato de calcio, 229.20 g con el núcleo de vitaminas más minerales, 231.00 g con el alimento control y 240.00 g con Selenio +Vita E, notándose desde esta edad que las aves de este grupo presentan mayores incrementos de pesos.

En las ganancias de peso acumuladas se establecieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) de la semana 16 a la 22 de edad, registrándose las mayores respuestas en las aves que recibieron el alimento con Selenio+ Vita E por cuanto de las 12 a las 16 semanas el peso incrementado fue de 324.00 g, de 12 a las 18 semanas (fin de levante) de 430.60 g y a la semana 22 de 678.20 g, en cambio las respuestas

de los otros grupos a las 16 semanas fueron de 289.20 a 303.40 g con el empleo de carbonato de calcio y grupo control; a las 18 semanas de 386.40 a 400.6 g en los mismos grupos y al finalizar la semana 22 de edad, entre 624.00 y 644.00 g con el alimento adicionado carbonato de calcio y con el núcleo de vitaminas y minerales.

Respuestas que comparadas con los valores referenciales que se indican en la Guía de Manejo Isa Brown en base a los pesos acumulados y su respectiva relación; se establece que al utilizar el alimento con Selenio + Vita E se supera esos valores, en cambio que la utilización de alimento control y los adicionado Suprafos-F, el núcleo de vitaminas más minerales y el carbonato de calcio presentan incrementos ligeramente inferiores a las referencias como se observa en el Figura 2.

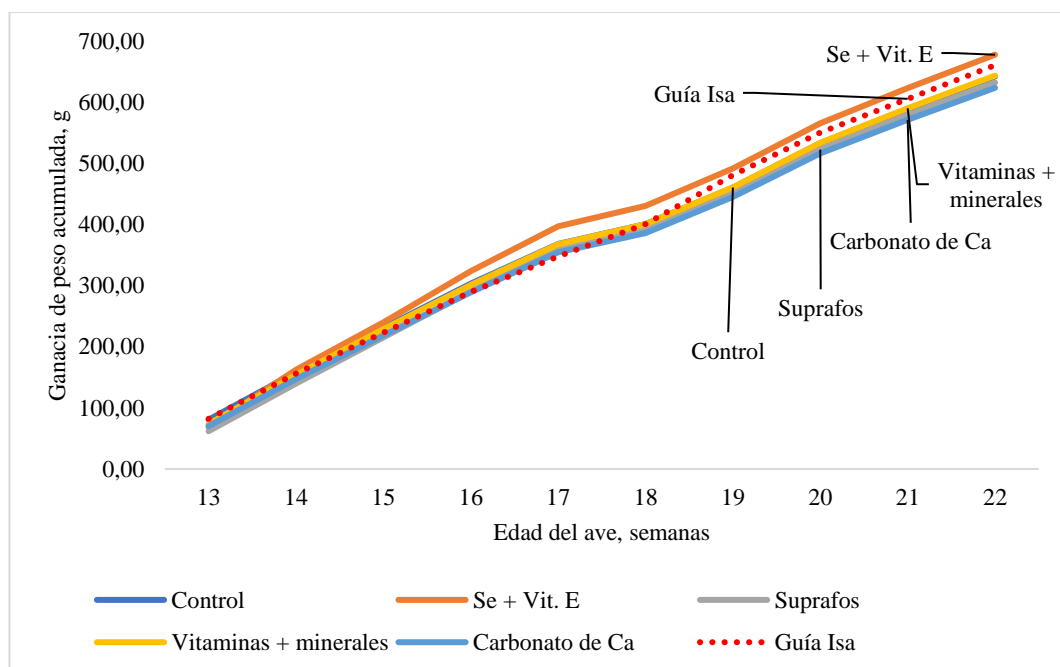


Figura 2 Ganancias de pesos acumuladas (g) de aves Isa Brown, por efecto de la adición de diferentes núcleos de vitaminas y minerales.

Pudiendo indicarse que con los resultados encontrados se alcanzó los objetivos de la etapa de levante o recría propuestos por (80), en que en esta fase las aves deben presentar una alta uniformidad y peso corporal entre un 5 a 10% arriba de la tabla, buena precocidad, que tengan buenas reservas grasas y buen desarrollo esquelético (tarsos largos), lo que al parecer se logró con el empleo de Selenio + Vita E, ya que los problemas más importantes que pueden suceder en la etapa de levante pueden ser, bajos pesos, baja uniformidad, bajo consumo de alimento y principalmente

enfermedades u otros eventos sanitarios (148), aunque todas las aves terminaron en buenas condiciones corporales para comenzar su vida productiva y proporcionar la máxima puesta de huevos de calidad, con el menor consumo de alimento posible, por cuanto la uniformidad a las aves a las 16 semanas de edad tiene alta correlación con la persistencia, el índice de producción y la supervivencia. Por lo tanto, las respuestas alcanzadas ratifican lo indicado por (149), quien señaló que el Selenio ha sido reconocido como un nutriente esencial de la dieta para aves por cerca de 40 años. Este es requerido para mantenimiento de la salud, crecimiento, y funciones fisiológicas, ya que el Selenio junto con la vitamina E son los principales agentes antioxidantes biológicos; el Selenio es un mineral esencial para la salud y el bienestar de las aves, ya que forma parte de la enzima Glutación Peroxidasa que ayuda a proteger las membranas celulares y subcelulares de la oxidación. Aunque los ingredientes de las dietas para aves contienen Selenio, éste es insuficiente y puede ser fácilmente oxidable, lo que puede afectar la salud de las aves.

Es por eso que se recomienda agregar Selenio orgánico e inorgánico a los alimentos para aves, especialmente en aquellos que se crían en granjas y sistemas de producción intensiva. Esto garantiza que las aves tengan una dieta equilibrada y obtengan la cantidad adecuada de Selenio para mantener su salud y rendimiento óptimo.

3.1.3. Consumos de alimento (g/ave)

Los consumo de alimento acumulados no presentaron diferencias estadísticas ($P>0.05$) durante la fase de levante, es decir de la semana 12 a la 18 de edad, debido posiblemente a que les proporcionó el alimento diariamente en las cantidades que recomienda la Guía de Manejo Isa Brown, por lo que entre las respuestas se observan únicamente pequeñas diferencias numéricas entre grupos, es así que de la semana 12 a la semana 13 de edad sus consumos variaron de 443.20 a 452.20 g/ave cuando al alimento se adicionó carbonato de calcio y Suprafos-F, respectivamente, de las 12 a las 16 semanas se observaron consumo de 1979.80 a 1997.40 g/ave, y de las 12 a las 18 semanas de edad fueron entre 3153.60 y 3238.20 g/ave, consumos registrados con el balanceado con carbonato de calcio y Selenio + Vit E, por lo que

se podría indicar que estos consumos se ajustan a los referenciales de la línea, ya que en la Guía de Manejo Isa Brown se establece que las aves deben consumir entre las semanas 12 a 13 de edad 469 g de alimento por ave, de las 12 a las 16 semanas 2002 g/ave y de las 12 a las 18 semanas un consumo de alimento de 3185 g/ave, respuestas que ratifican lo enunciado por Weber (150), quien indica que la nutrición óptima ocurre cuando el ave recibe la mezcla correcta de macro y micronutrientes en el alimento y es capaz de utilizar eficientemente aquellos nutrientes.

Continuando con los consumo acumulados a los que se les añade las primeras semanas de producción, las respuestas encontradas presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los consumos del alimento con carbonato de calcio que presentan los menores consumos y del alimento con Selenio + Vit E, que presentan los mayores consumos, pues de las 12 a las 22 semanas de edad se registraron consumos de 6002.40 y 6191.60 g/ave, respectivamente; en tanto que al emplearse la dieta control y a las que se añadieron el Suprafos-F y el núcleo de vitaminas + minerales, presentan respuestas intermedias entre las anotadas por lo que comparten ambos rangos de significancia, ya que los consumo establecidos fueron de 6111.40, 6096.20 y 6146.00 g/ave, en su orden, consumos que son ligeramente superiores a los que se establecen la Guía de Manejo Isa Brown donde se reporta que las aves deben consumir entre la semana 12 a la 22 de edad un total de alimento de 6027 g/ave, por lo que se considera que las aves presentaron condiciones corporales óptimas para la fase de producción, aunque hay que tener y tomar en cuenta lo indicado por (151), en que si las aves tienen libre acceso al alimento, tienden a consumir más de lo que realmente necesitan, ganando peso y depositando un exceso de grasa, lo que las perjudica durante la postura.

En el Figura 3, se puede observar que las aves presentaron similar comportamiento en los consumos acumulados de alimento, pero habiendo una ligera superioridad en los consumos cuando se añadió al alimento suplementos con vitaminas y minerales, presentando lo contrario con el empleo del carbonato de calcio que registró los menores consumos, por consiguiente se pone de manifiesto lo indicado por (154-155), quienes señalan que las vitaminas son compuestos orgánicos, presentes en mínimas cantidades en los alimentos, por lo que su presencia en las raciones es necesaria a fin de permitir el desarrollo de las funciones biológicas de

mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción, si fuera el caso; ya que una carencia de minerales en la dieta puede resultar en signos de deficiencia tales como una reducida ingesta de alimento, una baja tasa de crecimiento, problemas de patas, desarrollo anormal de las plumas, disminución de la producción, problemas reproductivos y un aumento en la tasa de mortalidad (156).

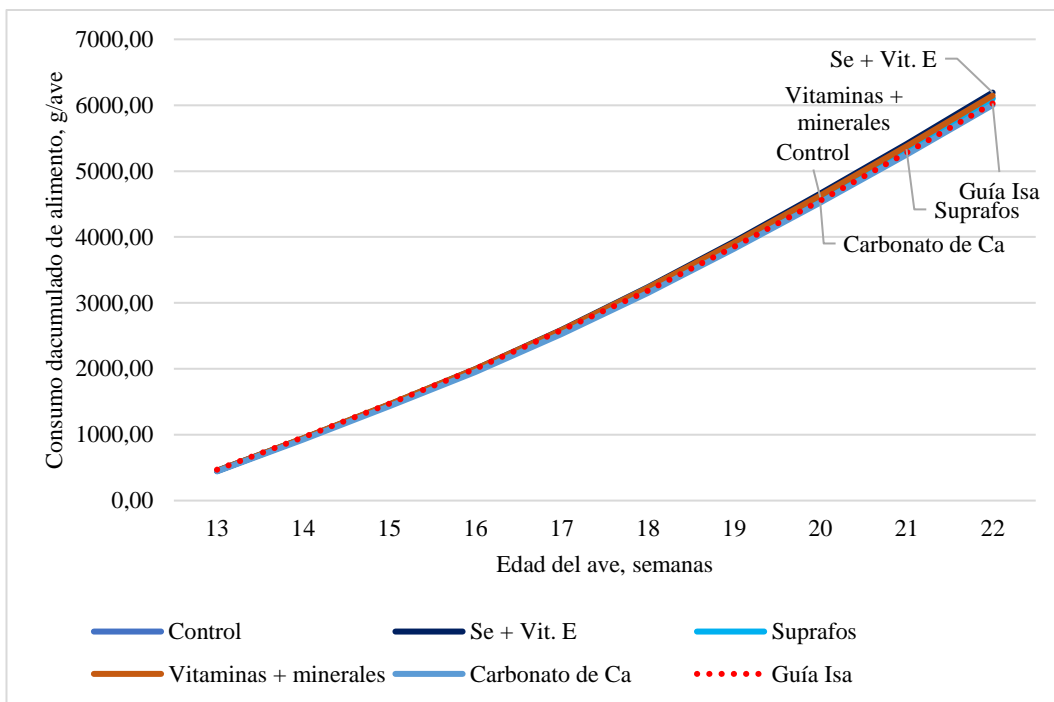


Figura 3 Consumos acumulados de alimento (g/ave) de aves Isa Brown, por efecto de la adición de diferentes núcleos de vitaminas y minerales.

De los resultados analizados se puede indicar que las aves que consumieron el balanceado con Selenio + Vit E, presentaron los mayores consumo, y son las aves que presentaron los mejores pesos corporales y ganancias de peso, por lo que estas respuestas concuerdan con el trabajo de (157) quien realizó un estudio en aves de postura con la suplementación de 0.25 mg de selenio por kilogramo de dieta, encontrando que se mejoró la ingesta de alimento, la tasa de conversión alimenticia y hubo un incremento en los niveles de hemoglobina y la concentración de linfocitos en los animales suplementados.

3.1.4. Conversión alimenticia

De las conversiones alimenticias reportadas se establece que no existen diferencias estadísticas ($P > 0.05$) por efecto de los suplementos de vitaminas y minerales

utilizados hasta la semana 15 de edad de las aves, sin embargo numéricamente la mayor variación se registró de la semana 12 a la 13 de edad, ya que estas fluctuaron entre 5.66 a 7.55 en las aves que recibieron el alimento control y en el que se añadió Suprafos-F, respectivamente, cuya diferencia podría indicarse que se requiere de 2 g adicional de alimento por cada g adicional de ganancia de peso o lo que es lo mismo 2 kg de alimento por cada kg adicional de ganancia de peso, variaciones que pueden deberse posiblemente a la susceptibilidad de las aves por el cambio de tipo de alimento, ya que en las siguientes semanas presentan una menor variación entre las respuestas, por lo que la conversión a la semana 15 (de la 12 a la semana 15 de edad), las conversiones alimenticias variaron entre 6.07 a 6.78.

A partir de la semana 16 hasta la semana 22 de edad de las aves las conversiones alimenticias acumuladas variaron estadísticamente ($P < 0.05$), en cada periodo evaluado, observándose en todos ellos que las aves aprovecharon de mejor manera el alimento que contenía Selenio + Vit E por presentar menores valores, a diferencia de alimento con Suprafost-F y carbonato de calcio que presentan las conversiones alimenticias más altas, que son las menos eficientes, es decir, que requieren mayor cantidad de alimento para tener la misma ganancia de peso (158), mientras que los grupos de aves que recibieron el alimento control, así como en el que se añadió el núcleo de vitaminas y minerales presentaron respuestas intermedias entre los grupos señalados, por lo que las repuestas de la conversión alimenticia acumulada de la semana 12 a 18 de edad, fue de 7.53 con selenio + Vit E frente a 8.22 y 8.14 por el empleo de Suprafos-F y de carbonato de calcio, mientras que de las 12 a las 22 semanas estas variaron entre 9.13 a 9.65, cuando se utilizó Selenio + Vit E y Suprafost-F, respectivamente.

Pudiendo indicarse adicionalmente que las conversiones alimenticias determinadas al ser comparadas con las indicadas en la Guía de Manejo Isa Brown, con el empleo de Selenio + Vit E hasta la semana 18 presentan ser más eficientes y de ahí a la semana 22 son similares, no así con los otros grupos evaluados que a partir de la semana 18 de edad, las conversiones alimenticias son más altas o menos eficientes como puede observarse en el Figura 4.

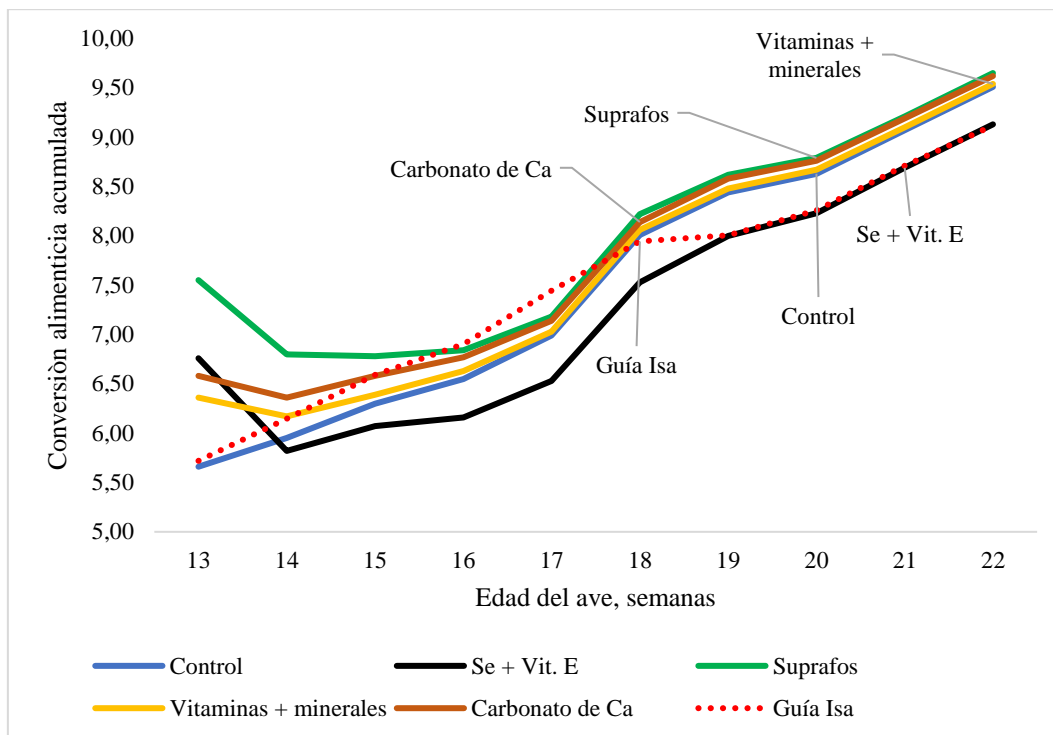


Figura 4 Conversión alimenticia acumulados de aves Isa Brown, por efecto de la adición de diferentes núcleos de vitaminas y minerales.

Los resultados obtenidos con el empleo de Selenio + Vit E, concuerda con lo reportado por quienes realizaron un estudio en aves de postura para investigar el impacto de la vitamina A y selenio sobre el desempeño productivo y calidad del huevo, determinando que en la suplementación con 0.25 mg de selenio por kilogramo de dieta, mejoró la ingesta de alimento y la tasa de conversión alimenticia, además indicaron que la suplementación combinada de vitamina A y selenio puede mejorar la producción y la salud de las aves de postura criadas en condiciones de estrés calórico, en el mismo sentido (159) suministrado en el agua de bebida en aves de postura, determinó que el consumo de alimento y la conversión alimenticia, se vieron influenciados estadísticamente, logrando los mejores

resultados empleando 125 g/500 l de agua de vitaminas hidrosolubles, por consiguiente se espera que al utilizar suplementos vitamínicos y minerales en la alimentación de las aves de postura, mejorar el desempeño productivo y la salud de las aves de postura.

3.2. Comportamiento productivo durante el inicio de la puesta (de 18 a 22 semanas de edad) de las aves Isa Brown

3.2.1. Producción de huevos (%)

Las aves iniciaron la postura a las 18 semanas de edad, registrándose el 1.43 % de producción de huevos en las aves de todos los grupos evaluados, que es la respuesta del control del peso corporal durante la etapa de levante, con el objetivo que las aves alcancen la madurez sexual con un peso óptimo; pero el peso medio que se tiene en cuenta es el estándar de línea o estirpe, y no el promedio del lote considerado (160).

Las producción de huevos de la semana 19 a la 22 de edad de las aves no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), por efecto de los suplementos de vitaminas y minerales utilizados, registrándose únicamente pequeñas diferencias numéricas, por cuanto la producción alcanzada a las 19 semanas de edad fueron entre 16.43 % de las aves que recibieron el alimento con Suprafos-F y 17.14 % cuando al alimento se le adicionó Selenio + Vit E, así como carbonato de calcio; a las 20 semanas fue entre 40.00 y 40.86%, incrementándose entre el 62.29 y 63.72 % a las 21 semanas y registrándose producciones entre 79.71 y 82.86 % a las 22 semanas de edad de las aves que recibieron el alimento control y Selenio + Vit E, estableciendo por consiguiente que el tipo de suplemento a base minerales y vitaminas no influye significativamente en los porcentajes de producción en la fase inicial, aunque en el Figura 5 se puede establecer que las respuestas de las aves que recibieron el alimento control presentan producciones ligeramente inferiores que aquellos que recibieron la suplementación, aunque todos en cambio son ligeramente inferiores que los valores referenciales indicados en la guía de manejo de la Isa Brown, donde se reporta que esta línea de aves deben presentar producciones de 17.1, 40.5, 64.4 y 82.9 % a las 19, 20, 21 y 22 semanas de edad, respectivamente.

Lo que influye en los resultados de la producción inicial es la madurez sexual de las aves con que inician postura, por cuanto esta característica es el resultado de la combinación de una serie de factores que incluyen el patrón de ganancia de peso del ave y su peso corporal, edad cronológica y composición corporal (161-162).

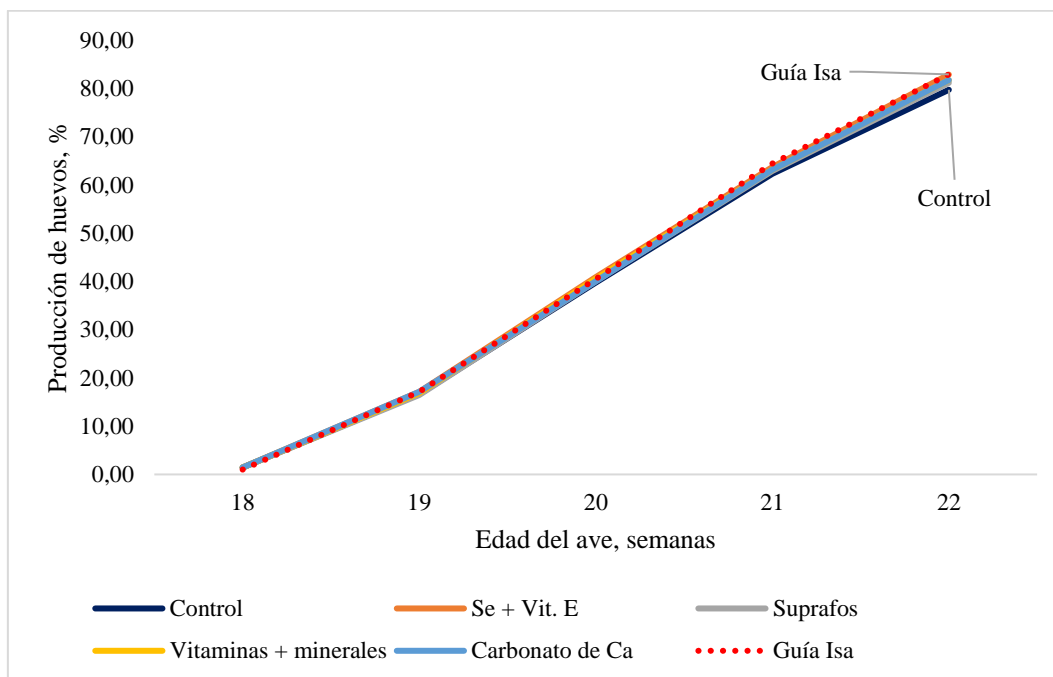


Figura 5 Porcentajes de producción de huevos en la fase inicial de las aves Isa Brown, por efecto de la suplementación con diferentes vitaminas y minerales.

3.2.2. Peso del huevo (g)

En cuanto al peso del huevo no se observan diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) por efecto de los suplementos de vitaminas y minerales empleados, sin embargo se notan pequeñas diferencias numéricas, en cada período de evaluación, por cuanto a la semana 18 de edad de las aves los pesos fluctuaron entre 40.50 g de los huevos de las aves del grupo control a 43.50 g cuando se les suplemento con Selenio + Vit E; a las 19 semanas de edad estos variaron entre 44.25 y 46.50 g cuando se adicionó al alimento Suprafos y Selenio + Vit E, respectivamente; y de la semana 20 a la 22 de edad, los pesos más bajos se registraron de las aves del grupo control en cambio los mayores pesos les correspondió a los huevos puestos por las aves alimentadas con Selenio + Vit E, pues a la semana 22 los pesos fueron 53.80 y 56.00 g, por lo que al no haber diferencias estadísticas no puede afirmarse categóricamente que la utilización del Selenio + Vit E mejora el peso del huevo, ya

que además estos resultados concuerdan con la investigación realizada por (163), quienes evaluaron la adición de carbonato de calcio en las últimas horas de la tarde en la dieta de ponedoras Isa Brown, no registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el peso ave, consumo de alimento, porcentaje de postura, peso del huevo y conversión alimenticia, por lo que al realizar la adición de 1.50 g/ave/día de carbonato de calcio el peso del huevo promedio a las 22 semanas de edad fue de 55.43 g.

De acuerdo al Figura 6, donde se representa los pesos de los huevos de los diferentes tratamientos, se puede apreciar que hasta la semana 20 cuando se utiliza el alimento control, el Suprafos y el carbonato de calcio, los pesos de los huevos son inferiores a los que se establecen en la Guía de Manejo de la Isa Brown, pero desde la semana 21 de edad todas las respuestas de los pesos superan a los referenciales de la línea a excepción de los huevos del grupo control; así como también es importante señalar que las respuestas de los pesos de los huevos del grupo Selenio + Vit E, durante el período de evaluación siempre fueron superiores a los pesos referenciales de esta línea de productoras comerciales.

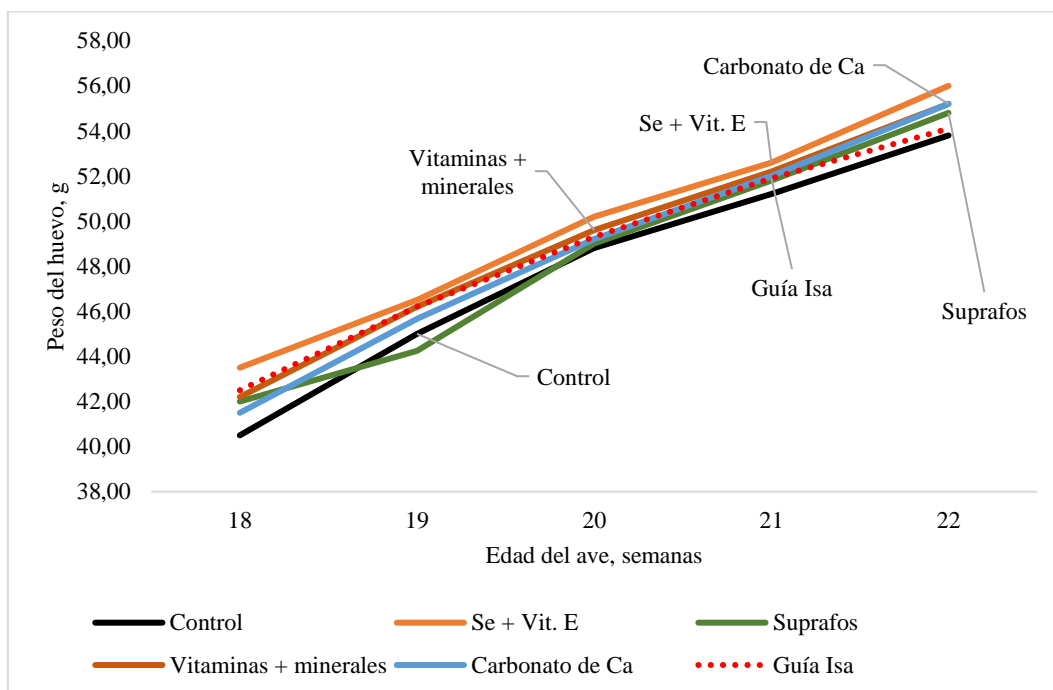


Figura 6 Peso de los huevos en la fase inicial de producción de las aves Isa Brown, por efecto de la suplementación con diferentes vitaminas y minerales.

En relación con el peso del huevo, es necesario tomar en consideración lo señalado por (164), en que es importante mantener vigilado el peso de las aves, la ingestión de nutrientes y el peso del huevo dado que, cualquiera de los tres que se incrementa, dará como consecuencia huevos de tamaño exagerado y por consiguiente también una mayor mortalidad y cáscaras más débiles.

3.2.3. Diámetro del huevo (g)

Los diámetros (ancho) de los huevos durante las primeras semanas de producción, no presentan diferencias estadísticas ($P > 0.05$) por efecto de los suplementos de vitaminas y minerales utilizados en la alimentación de las aves, e incluso la variación numérica entre grupos es pequeña, por cuanto los huevos producidos a las 18 semanas de edad de las aves los diámetros variaron entre 3.65 y 3.85 cm cuando recibieron el alimento control y Selenio + Vit E, en su orden; a las 20 semanas los diámetros se incrementaron y presentaron respuestas de 4.04 a 4.10 cm los huevos obtenidos de las aves que recibieron el alimento con Suprafos-F y el núcleo de vitaminas + minerales.

En la semana 22, prácticamente los huevos pueden considerarse como homogéneos, porque los diámetros de estos variaron de 4.23 a 4.25 cm, lo que determina que el diámetro de los huevos obtenidos en el presente trabajo no dependen de los suplementos de vitaminas y minerales empleados, ya que estas respuestas guardan relación con las obtenidas en el trabajo de (165), quienes reportan que al evaluar la calidad de huevo y comportamiento productivo de las aves ponedoras ISA Brown con acceso a pastoreo, determinaron que a la semana 22 de edad las aves, estas ponen huevos con diámetros entre 4.40 y 4.53 cm.

La Figura 7 representa los diámetros de los huevos de acuerdo a los suplementos de vitaminas y minerales empleados y el periodo de evaluación, denotan que en la semana 18 los huevos presentan una variación considerable, por lo que a medida que avanza la edad de las aves, los diámetros de los huevos cuando comienzan a incrementarse al parecer tienden a homogenizarse, lo que en parte concuerda con lo señalado por (166) quien indica que a medida que la ave tiene más semanas de vida los huevos empiezan a hacerse más grandes, ya que cuando las aves empiezan

su ciclo de postura los huevos van a ser de tamaño pequeño y luego mediano y al final del ciclo de postura se obtienen los huevos de mayor tamaño.

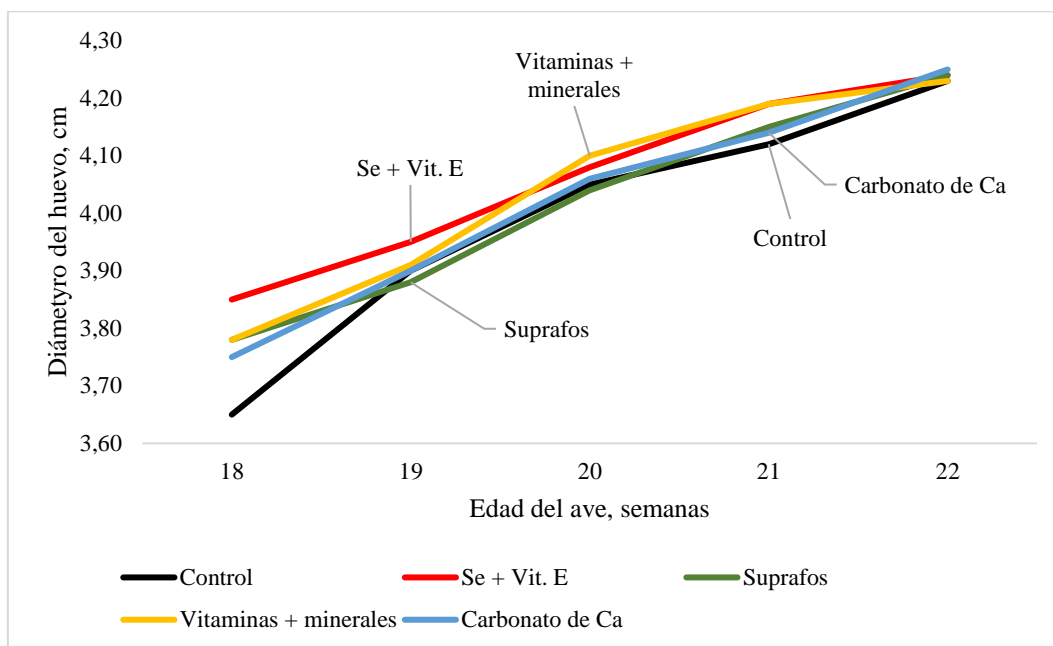


Figura 7 Diámetro de los huevos(cm) producidos por aves Isa Brown, por efecto de la suplementación con diferentes vitaminas y minerales.

Un aspecto crucial para incrementar el tamaño del huevo es el peso de las aves. En consecuencia, si las aves reciben una nutrición adecuada durante la fase de crecimiento, estarán en mejores condiciones para la fase de puesta. Para alcanzar este objetivo, se sugiere que las aves alcancen el peso corporal estándar e incluso que lo excedan.

Además, en este sentido (167) señala que las diferencias en los pesos corporales resultan en diferencias en el peso y tamaño del huevo, así como en el grosor del cascarón, ya que esta variación puede estar relacionado con el desarrollo del tracto genital, lo cual a su vez reduce el tamaño del huevo, por lo tanto, la uniformidad de las aves dará como resultado un alto pico de producción y huevos de mayor tamaño.

3.2.4. Conversión alimenticia de la producción de huevos

En cuanto a la conversión alimenticia de la producción de huevos que es la relación entre el consumo de alimento con el peso de los huevos producidos, no se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), en las diferentes semanas de evaluación por efecto de los suplementos de vitaminas y minerales utilizados en la

alimentación de las aves de ensayo; sin embargo, se puede indicar que en la semana 18 de edad esta conversión alimenticia fue alta y vario entre 148.95 y 154.48 cuando recibieron el alimento control y Selenio + Vit E, en su orden; aunque está muy por debajo del valor referencial de la Guía de Manejo de la Isa Brown que señala que las aves a las 18 semanas de edad al iniciar la postura presentan una conversión alimenticia de 209.45. Pero a medida que va avanzado la fase productiva la conversión alimenticia se va reduciendo, por lo que la semana 20 de edad de las aves las respuestas fluctuaron entre 3.20 y 3.34 que corresponden a las conversiones alimenticias registradas con el empleo de carbonato de calcio y las del grupo control, respectivamente; en cambio a la semana 22, se establecieron valores de 2.41 a 2.55, notándose un mejor aprovechamiento del alimento con la adición de Selenio + Vit E con respecto al empleo del alimento control para la producción de huevos, aunque esta superioridad es únicamente numérica, ya que adicionalmente las respuestas desde la semana 19 a la 22 de edad se ajustan a los valores referenciales de esta línea de aves, donde se indica que las conversiones alimenticias a las 20, 21 y 22 semanas de edad de las aves deben ser de 5.02, 3.11 y 2.39, en su orden, comportamiento que se ratifica al observar el Figura 8.

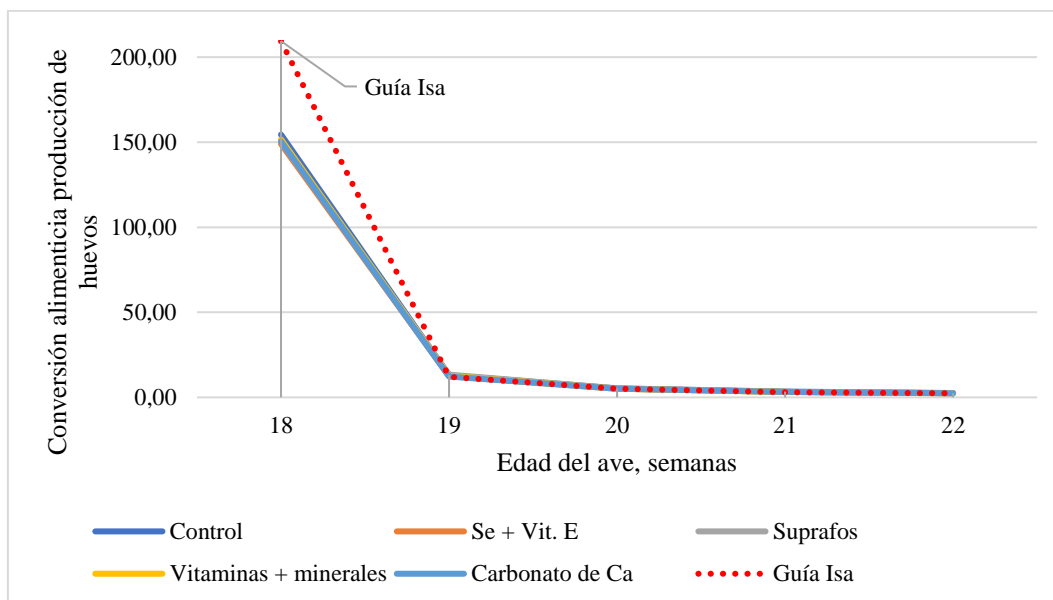


Figura 8 Conversión alimenticia de la producción de huevos de las aves Isa Brown, por efecto de la suplementación con diferentes vitaminas y minerales.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Al usar el suplemento de Selenio + Vitamina E en las aves Isa Brown se obtiene un notable desarrollo corporal, evidenciado un incremento significativo en su peso desde las 15 semanas de edad.
- Durante las primeras 18 semanas, el consumo de alimento se mantuvo constante con el uso de los suplementos de vitaminas y minerales. Sin embargo, a partir de la semana 19, cuando las aves ingresaron en la fase de producción, se observó un aumento en su consumo al emplear el suplemento de Selenio + Vitamina E.
- En la fase de producción, los suplementos de vitaminas y minerales evaluados no alteraron los porcentajes de producción. No obstante, se obtuvieron respuestas productivas superiores al emplear el suplemento de Selenio + Vitamina E en términos numéricos.

RECOMENDACIONES

- Utilizar el suplemento Selenio + Vit E en el levante e inicio de la fase productiva de aves Isa Brown por presentar mejores desarrollos corporales y una mayor eficiencia del alimento consumido.
- Continuar con el estudio de la utilización del suplemento Selenio + Vit E, para establecer su efecto durante todas las fases productivas, así como también emplear diferentes cantidades para poder establecer el nivel adecuado de su utilización de acuerdo con las características de las zonas de producción avícola.
- Buscar otras alternativas de manejo alimenticio que permitan mejorar los índices productivos de las aves Isa Brown y que a su vez proporcionen el bienestar animal sin alterar la integridad intestinal.

CAPÍTULO V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Huanca R. Incremento de la producción de huevos por el uso de premezclas vitamínico-minerales. Corporación Montaña; mayo de 2020. Disponible en: <https://www.corpmontana.com/noticias/sin-categorizar/incremento-de-la-produccion-de-huevos-por-el-uso-de-premezclas-vitaminico-minerales/>
2. Hafeez M, Cui H, Rehman Z, Abbas G, Saleem M. Effect of age and vitamin E supplementation on productive and reproductive performance of White Leghorn laying hens. *Journal of Applied Animal Research*. 2020;48(1):263-271.
3. Abad B. Selenio el antioxidante esencial. *Revista aviNews*. 2018;56(3):25-29. Disponible en: <https://avinews.com/selenio-antioxidante-esencial/>
4. Ching-Jones RW, Zamora-Sanabria R, Chavarría-Zamora S. Egg quality and productive performance of ISA Brown laying hens with age. *Revista de Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*. 2023;45(1):89-94. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/download/51511/54733/234337>
5. Abd El-Hack M, Mahrose AM, Arif M, Saeed M, MA A, Soomro R. Single and combined impacts of vitamin A and selenium in diet on productive performance, egg quality, and some blood parameters of laying hens during the hot season. *Biological Trace Element Research*. 2019;173(1):117-127. doi:10.1007/s12011-016-0862-5
6. Cuca M. Estudios recientes con calcio en gallinas de postura [Internet]. *Producción Animal*. 2005 [citado el 17 de julio de 2023]. Disponible en:

https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/24-calcio_en_gallinas_de_postura.pdf

7. Arias Torres A. Factores relacionados con el metabolismo y suplementación con calcio en gallinas ponedoras [tesis de pregrado]. Bogotá: Universidad de La Salle; 2016. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1254&context=zootecnia>
8. Blair R. Elements of poultry nutrition. Nutrition and feeding of organic poultry. Oxfordshire: CABI; 2018. pp. 14-49.
9. Bonilla FS. Concentrado artesanal: una alternativa para la alimentación de aves (*Gallus gallus*). Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible. 2017;28(2).
10. Bouvarel LN, Nys Y, Lescoat P. Hen nutrition for sustained egg quality. World's Poultry Science Journal. 2011;67(2):207-224. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845697549500127>
11. González G, Cámara L, Lázaro R. Alimentación y nutrición práctica de pollitas y ponedoras: Normas FEDNA. Producción Animal. 2015;18(3):39-49. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/132-2014_CAP_V.pdf
12. Cuca M. Estudios recientes con calcio en gallinas de postura. Producción Animal. 2005;18(3):239-245. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/132-2014_CAP_V.pdf

animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/24-calcio_en_gallinas_de_postura.pdf

13. Dussailant C, Echeverría G, Rozowski J, Velasco N, Arteaga A, Rigotti A. Egg intake and cardiovascular disease: a scientific literature review. *Nutrición Hospitalaria*. 2017;34(3):710-718. doi:10.20960/nh.473
14. Flores A. Programas de alimentación en avicultura: Ponedoras comerciales [Internet]. 1994 [citado el 17 de julio de 2023]. Disponible en: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/94Cap.36p>
15. Vera-Rodríguez JH, Lazo-Sulca RS. Comparison of the productive indices of ISA Brown genetic line laying hens with the line's standard management guide [Internet]. *Rev Cient FCV-LUZ*. 2023;XXXIII:1-9. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Humberto-Vera-Rodriguez/publication/367242365_Comparacion_de_los_indices_productivos_de_ponedoras_linea_genetica_ISA_Brown_con_la_guia_de_manejo_estandar_de_la_linea/links/63cab37ce922c50e99acf858/Comparacion-de-l
16. Ekmay R, Fancher B, Peebles E. Effect of dietary calcium level, age, and strain on production and egg quality characteristics of commercial laying hens. *Poultry Science*. 2020;99(4):1702-1712.
17. Flores A. Programas de alimentación en avicultura: Ponedoras comerciales. Universidad Nacional Autónoma de México; 1994. Disponible en: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/94Cap.36p>.
18. Garros F, Toscan A. Además del enriquecimiento de huevos, selenio presenta beneficios productivos. *Avicultura*. Disponible en:

- <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/ademas-enriquecimiento-huevos-selenio-t43477.htm>
19. Buxade C. La gallina ponedora. España: Ediciones Mundi-Prensa; 2000.
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=639837>
 20. González K. Gallinas Ponedoras: Cría y levante de la gallina. Zoovetespasion. Disponible en: <https://zoovetespasion.com/avicultura/gallinas-ponedoras/pasos-para-una-adecuada-cria-y-levante-de-la-pollona-etapa-critica-para-la-postura/>
 21. González K. Alimentación de gallinas ponedoras. Actualidad Avipecuaria. Disponible en: <https://actualidadavipecuaria.com/alimentacion-de-la-gallina-ponedora/>
 22. Han XQ, Li W, Ma J, Zhang J, Zhao L. Effect of sodium selenite and selenium yeast on performance, egg quality, antioxidant capacity, and selenium deposition of laying hens. Poultry Science. 2017;96(8):2871-2880. doi:10.3382/ps/pex216
 23. Institut de Selection Animale (ISA). Guía de manejo. Ponedoras IsaBrown. 1996.
 24. Isa Brown. Guía de manejo general de ponedoras comerciales. 2020 [citado el 17 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.avicolatoscana.com/wp-content/uploads/2020/02/Guia-de-Manejo-General-de-ponedoras-comerciales-ISA-Brown.pdf>
 25. Klyen R. Nutrición de las ponedoras: Visión futura. Australian Poultry Sci. Symp. [Internet]. 2019 [citado el 15 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://avicultura.com/nutricion-de-las-ponedoras-vision-futura/>

26. Isa Brown. Guía de manejo general de ponedoras comerciales. Disponible en: <https://www.avicolatoscana.com/wp-content/uploads/2020/02/Guia-de-Manejo-General-de-ponedoras-comerciales-ISA-Brown.pdf>
27. Lera R. Manejo adecuado de levante en ponedoras comerciales. Avicultura. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/manejo-adecuado-levante-ponedoras-t43753.htm>
28. Lewis P. Poultry lighting: the theory and practice [Internet]. World's Poultry Science Journal. 1992 [citado el 17 de julio de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2012000100010>
29. Li X, Li H, Zhang X, Yang S, Li S, Li H, Zhang H. Effects of dietary betaine on egg production, shell quality, and intestinal barrier function in laying hens. Journal of Poultry Science. 2019;56(2):129-136. doi:10.1111/jpn.12935
30. McDowell L, Ward N. Optimum vitamin nutrition for poultry. International Poultry Production. 2016;24(3):27-34.
31. Morales W, Rodriguez V, Verjan N. Parámetros productivos y económicos de gallinas ponedoras ISA Brown en segundo ciclo de producción suplementadas con aminoácidos no esenciales. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2018;29(2):510-519. doi:10.15381/rivep.v29i2.14481
32. Robinson F, Renema R. Managing What You Can't See: The Role of Feed in Breeder Ovary [Internet]. Poultry Industry Council. [citado el 10 de abril de 2023]. Disponible en: <http://www.poultryindustrycouncil.ca/bbreedersession.pdf>

33. Robinson F, Renema R. Managing What You Can't See: The Role of Feed in Breeder Ovary. Poultry Industry Council; 2003.
34. Soriano M. Manejo de ponedoras de levante y principales retos [Internet]. Veterinaria Digital. [citado el 13 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/manejo-de-ponedoras-de-levante-y-principales-retos/>
35. North M. Manual de Producción Avícola. Red Mujeres. URL: http://www.redmujeres.org/biblioteca%20digital/curso_avicultura.pdf
36. Huanca R. Incremento de la producción de huevos por el uso de premezclas vitamínico-minerales [Internet]. Corporación Montana. Mayo de 2020 [citado el 12 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.corpmontana.com/noticias/sin-categorizar/incremento-de-la-produccion-de-huevos-por-el-uso-de-premezclas-vitaminico-minerales/>
37. Weber G. Improvement of flock productivity through supply of vitamins for higher laying performance and better egg quality. World's Poultry Science Journal. 2017;73(4):909-918. doi:10.1017/S0043933909000
38. Rafart J, Revidatti F, Terraes J, Sindik M, Rollet C. Evaluación de la fase de cría, recría y pre-postura de ponedoras Rubia-INTA en la Escuela Agrotécnica Lomas de Empedrado. Producción Animal. 2006;18(3):127-137. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/66-cria.pdf
39. Reddish J. Evaluation of the effects of selection for increased body weight and increased yield on growth and development of Poultry.

40. Preisinger R, Rubinoff J. Ciencia avícola británica. Reino Unido: La Plataforma Mundial del Huevo; 2018.
41. Rodríguez A, Ortiz L, Rodríguez M, Rebolé A. Mineral and vitamin supplementation in the diet of laying hens: An updated review. *Animal Feed Science and Technology*. 2020;266:114611.
42. Sumano H, Lilia G. Farmacología clínica en aves comerciales. México: McGraw-Hill; 2010.
43. Rodríguez-Alfaro M, Salas-Durán C, Orozco-Vidaorreta C. Suplementación de gallinas ponedoras con selenio orgánico y su transferencia al huevo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2019;30(1):239-249. doi:10.15381/rivep.v30n1.14058
44. Ruiz J. Utilización de diferentes niveles de vitaminas hidrosolubles suministrados en el agua de bebida en aves de postura [tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador; 2017. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7170/1/17T1478.pdf>
45. Shafey T, Alkaladi A, Alhaidary A, Aljumaah R. Effect of different levels of vitamin E on performance and egg quality of Isa Brown laying hens under high ambient temperature. *Journal of Poultry Nutrition*. 2019;25(2):136-144. doi:10.1111/jpn.13007
46. Soriano M. Manejo de ponedoras de levante y principales retos. *Veterinaria Digital*. URL: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/manejo-de-ponedoras-de-levante-y-principales-retos/>
47. Torres-Ajila K, Bueno-Guallpa E, Mendoza-López C. Evaluation of commercial brown egg quality of the county La Troncal, Ecuador. *Revista*

- Colombiana de Ciencias Animales. 2020;12(2):e771.
doi:10.24188/recia.v12.n2.2020.771
48. Vera J, Vélez M. Adición de carbonato cálcico y su repercusión económica sobre el grosor del cascarón en ponedoras. *EspamCiencia*. 2012;3(1):67-74.
Disponible en:
http://revistasepam.esпам.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/download/46/26
49. Rodríguez J, Bravo G. Efecto de diferentes niveles de suministro de carbonato de calcio sobre el peso y grosor de la cáscara del huevo. *Revista Colombiana de Ciencias Animales*. 2019;11(2):231-239. URL:
<http://www.scielo.org.co/pdf/recia/v11n2/2027-4297-recia-11-02-11.pdf>
50. Windhorst H. A projection of the regional development of egg production until 2015. *World's Poultry Science Journal*. 2015;71(3):356-376.
51. Abad B. Selenio el antioxidante esencial [Internet]. *Revista aviNews*. 2018 [citado el 11 de marzo de 2023]. Disponible en:
<https://avinews.com/selenio-antioxidante-esencial/>
52. Abd El-Hack M, Mahrose AM, Arif M, Saeed M, MA A, Soomro R. Single and combined impacts of vitamin A and selenium in the diet on productive performance, egg quality, and some blood parameters of laying hens during the hot season. *PLoS ONE*. 2019;14(4):e0215597.
doi:10.1371/journal.pone.0215597
53. Arias Torres A. Factores relacionados con el metabolismo y suplementación con calcio en gallinas ponedoras [tesis de pregrado]. Bogotá: Universidad de La Salle; 2016. Disponible en:

<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1254&context=zootecnia>

54. Blair R. Elements of poultry nutrition. Nutrition and feeding of organic poultry. 2^a ed. Oxfordshire: CABI; 2018. p. 14-49.
55. Bonilla FS. Concentrado artesanal: una alternativa para la alimentación de aves (*Gallus gallus*) [Internet]. Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible. 2017 [citado el 07 de marzo de 2023]. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/5426.pdf>
56. Bouvarel LN, Nys Y, Lescoat P. Hen nutrition for sustained egg quality [Internet]. En: Poultry Quality Evaluation: Quality Attributes and Consumer Values. Cambridge: Woodhead Publishing; 2017 [citado 17 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845697549500127>
57. Buxade C. La gallina ponedora. España: Editorial Agrícola Española; 2000.
58. Ching-Jones RW, Zamora-Sanabria R, Chavarría-Zamora S. Egg quality and productive performance of ISA Brown laying hens with [Internet]. AgroMeso. 2023 [citado el 15 de junio de 2023]. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/download/51511/54733/234337>
59. Dussaillant C, Echeverría G, Rozowski J, Velasco N, Arteaga A, Rigotti A. Egg intake and cardiovascular disease: a scientific literature review. Nutr Hosp. 2017;34(3):710-718. doi:10.20960/nh.473

60. González G, Cámara L, Lázaro R. Alimentación y nutrición práctica de pollitas y ponedoras: Normas FEDNA [Internet]. 2015 [citado el 11 de mayo de 2023]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/132-2014_CAP_V.pdf
61. González K. Gallinas Ponedoras: Cría y levante de la gallina [Internet]. Zoovet Es Mi Pasión. [citado el 15 de abril de 2023]. Disponible en: <https://zoovetmipasion.com/avicultura/gallinas-ponedoras/pasos-para-una-adecuada-cria-y-levante-de-la-pollona-etapa-critica-para-la-postura/>
62. González K. Alimentación de gallinas ponedoras. Actualidad Avipecuaria [Internet]. 2020 [citado el 15 de abril de 2023]. Disponible en: <https://actualidadavipecuaria.com/alimentacion-de-la-gallina-ponedora/>
63. Institut de Selection Animale (ISA). Guía de manejo. Ponedoras Isa Brown. 1996.
64. Isa Brown [Internet]. COVALES. 2019 [citado el 05 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://colaves.com/project/gallinas-isa-brown/>
65. Lera R. Manejo adecuado de levante en ponedoras comerciales [Internet]. Avicultura. [citado el 20 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/manejo-adecuado-levante-ponedoras-t43753.htm>
66. Pottguter R. Simposio Europeo sobre Nutrición Avícola. 2013.
67. Reddish J. Evaluation of the effects of selection for increased body weight and increased yield on growth and development of Poultry. 2004.

68. Rodríguez-Alfaro M, Salas-Durán C, Orozco-Vidaorreta C. Suplementación de gallinas ponedoras con selenio orgánico y su transferencia al huevo. *Agron Mesoam*. 2019;30(1):239-249.
69. Green M, Johnson C. Health and disease management in Isa Brown laying hens: A practical approach. *Avian Med Care*. 2019;24(3):180-190.
70. Torres-Ajila K, Bueno-Guallpa E, Mendoza-López C. Evaluation of commercial brown egg quality of the county La Troncal, Ecuador. *Rev Colomb Cienc Anim*. 2020;12(2): e771.
71. Ruiz J. Utilización de diferentes niveles de vitaminas hidrosolubles suministrado en el agua de bebida en aves de postura [tesis de pregrado]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2017.
72. Vera J, Vélez M. Adición de carbonato cálcico y su repercusión económica sobre el grosor del cascarón en ponedoras. *EspamCiencia*. [Internet]. 2012 [citado el 17 de julio de 2023]. Disponible en: http://revistasepam.esпам.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/download/46/26
73. Rodríguez J, Hidalgo-Bravo G. Efecto de diferentes niveles de suministro de carbonato de calcio sobre el peso y grosor de la cáscara del huevo. *Rev Colomb Cienc Anim*. 2019;11(2):199-203. Garros F, Toscan A. Además del enriquecimiento de huevos, selenio presenta beneficios productivos. *Avicultura, Engormix* [Internet]. 2019 [citado el 17 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/ademas-enriquecimiento-huevos-selenio-t43477.htm>

74. Martínez C, Fernández L, Sánchez E. Efecto de diferentes dietas en la calidad del huevo y el rendimiento productivo de gallinas ponedoras Isa Brown. *Revista de Avicultura*. 2018;35(6):200-210.
75. Smith JA, White T. Nutritional requirements and feeding strategies for Isa Brown laying hens. *J Anim Nutr*. 2020;25(3):112-125.
76. Williams RC, et al. Comparative study of eggshell quality and production performance in different strains of laying hens, including Isa Brown. *Poultry Sci*. 2018;97(6):2000-2010.
77. Green SL, Davis L. Impact of environmental factors on the behavior and productivity of Isa Brown hens. *Appl Anim Behav Sci*. 2017;150:80-87.
78. Taylor KD, et al. Genetic selection for improved egg production traits in Isa Brown laying hens. *Poultry Genet Breed J*. 2019;35(2):112-120.
79. Anderson HM, Wilson R. Effect of different lighting programs on the production and welfare of Isa Brown laying hens. *Poultry Sci*. 2016;94(8):1865-1871.
80. Roberts E, et al. Impact of housing systems on behavior and welfare of Isa Brown laying hens. *J Appl Poultry Res*. 2020;28(1):35-44.
81. Lewis AJ, Turner D. The role of genetics in improving the performance of Isa Brown laying hens. *World's Poultry Sci J*. 2017;73(3):477-488.
82. Clark RJ, Martin B. Environmental enrichment strategies to improve the welfare of Isa Brown laying hens. *Appl Anim Behav Sci*. 2019;156:85-92.
83. Johnson A, Williams B. Effects of dietary supplementation on egg quality in Isa Brown laying hens. *J Poult Sci*. 2018;35(4):220-225.

84. Turner C, Clark D. Impact of different lighting programs on egg production and behavior of Isa Brown hens. *Poultry Sci Rev.* 2019;42(3):150-158.
85. Brown S, Davis P. Management practices and their influence on productivity in Isa Brown laying hens. *World's Poultry Farm.* 2017;28(5):350-365.
86. Roberts K, Lewis M. The role of housing systems in the welfare of Isa Brown hens. *Avian Behav Environ.* 2020;15(2):80-95.
87. Taylor L, Anderson R. Evaluation of different feed formulations on eggshell quality in Isa Brown laying hens. *J Anim Nutr Feed.* 2016;19(1):45-52.
88. White D, Turner F. Comparative study of different strains of laying hens, including Isa Brown, in various production systems. *Poultry Res J.* 2018;30(4):250-260.
89. Davis R, Turner M. Improving egg production and feed efficiency in Isa Brown laying hens through nutritional interventions. *Poultry Sci Adv.* 2018;40(6):350-365.
90. Rodríguez G, Pérez M. Alimentación y manejo nutricional de gallinas ponedoras Isa Brown para mejorar la productividad. *Revista de Avicultura Latinoamericana.* 2019;25(3):45-50.
91. Gómez A, López R. Requerimientos nutricionales y estrategias de alimentación específicas para gallinas ponedoras Isa Brown. *Revista de Nutrición Aviar.* 2020;12(2):80-90.
92. Mu Y, Zhang K, Bai S, Wang J, Zeng Q, Ding X. Effects of vitamin E supplementation on performance, serum biochemical parameters and fatty

- acid composition of egg yolk in laying hens fed a diet containing ageing corn. *J Poult Sci.* 2018;55(4):327-332. doi:10.2141/jpsa.0170136
93. Pérez J, García S. Influencia de los factores ambientales en el comportamiento alimenticio y productivo de gallinas Isa Brown. *Revista de Etología Aviar.* 2017;40(4):150-160.
94. Torres P, Martínez O. Selección genética para la mejora de la producción de huevos en gallinas ponedoras Isa Brown. *Revista de Genética Aviar.* 2019;28(2):75-82.
95. López F, Rodríguez M. Evaluación de diferentes fórmulas de alimentación en la productividad de gallinas ponedoras Isa Brown. *Revista de Nutrición Avícola.* 2018;22(5):300-310.
96. Fernández H, Sánchez R. Efecto de diferentes programas de iluminación en la producción y rendimiento de gallinas Isa Brown. *Revista de Ciencias Avícolas.* 2016;12(3):120-130.
97. Gutiérrez D, Pérez N. Evaluación de distintos sistemas de alimentación en el comportamiento y desempeño de gallinas Isa Brown. *Revista de Investigación Avícola.* 2020;30(1):25-35.
98. García R, Torres L. Optimización de la alimentación en la producción de huevos en gallinas ponedoras Isa Brown. *Revista Mundial de Avicultura.* 2017;45(3):100-110.
99. Martínez M, López A. Estrategias de alimentación y enriquecimiento nutricional para mejorar la productividad de gallinas Isa Brown. *Revista de Avicultura Sostenible.* 2019;20(2):70-78.

100. Sánchez A, González B. Requerimientos de vitamina A en la alimentación de gallinas ponedoras Isa Brown. *Revista de Nutrición Aviar*. 2019;14(3):120-130.
101. Pérez C, Rodríguez D. Importancia de la vitamina D en la producción de huevos en gallinas Isa Brown. *Revista de Avicultura Latinoamericana*. 2018;22(4):180-190.
102. Martínez E, Fernández F. Efecto de la suplementación de vitamina E en la calidad del huevo en aves Isa Brown. *Revista de Producción Avícola*. 2017;30(1):25-35.
103. Gómez G, López H. Evaluación de distintas fuentes de vitamina K en la alimentación de gallinas Isa Brown. *Revista de Ciencias Avícolas*. 2016;10(2):80-90.
104. Torres I, Martínez J. Niveles óptimos de vitamina B12 en la dieta para la mejora de la productividad en aves Isa Brown. *Revista de Genética Aviar*. 2019;32(2):100-110.
105. García K, Pérez L. Evaluación de la biodisponibilidad de vitamina C en gallinas ponedoras Isa Brown. *Revista de Avicultura Sostenible*. 2018;18(4):220-230.
106. Rodríguez M, Gutiérrez A. Efecto de la vitamina B6 en la absorción de minerales en gallinas Isa Brown. *Revista de Nutrición Aviar*. 2020;16(1):30-40.
107. Sánchez B, González R. Influencia de la vitamina B1 en la producción de huevos en aves Isa Brown. *Revista de Producción Avícola*. 2017;25(3):150-160.

108. López D, Martínez H. Requerimientos de vitamina B2 para mejorar la productividad en gallinas Isa Brown. Revista de Avicultura Latinoamericana. 2019;28(2):75-85.
109. Fernández I, Pérez J. Evaluación de distintas fuentes de vitamina K en la salud ósea de gallinas Isa Brown. Revista de Medicina Avícola. 2020;22(5):300-310.
110. Rodríguez A, Gómez L. Efecto de la vitamina E en la protección contra el estrés oxidativo en gallinas Isa Brown. Revista de Ciencias Avícolas. 2018;12(4):180-190.
111. González B, Sánchez C. Suplementación de vitamina D para mejorar la calidad de la cáscara de huevo en aves Isa Brown. Revista de Nutrición Aviar. 2019;16(2):90-100.
112. Martínez G, Pérez D. Evaluación de distintas fuentes de vitamina A en la pigmentación de la yema de huevo en gallinas Isa Brown. Revista de Avicultura Sostenible. 2016;20(3):120-130.
113. Martínez F, López I. Importancia de la vitamina C en el sistema inmunológico de gallinas ponedoras Isa Brown. Revista de Producción Avícola. 2017;28(4):200-210.
114. Gutiérrez K, Torres E. Niveles óptimos de vitamina B12 en la dieta para la mejora de la producción de huevos en aves Isa Brown. Revista de Genética Aviar. 2018;30(1):45-55.
115. García L, Rodríguez M. Influencia de la vitamina D en la absorción de calcio en gallinas Isa Brown. Revista de Medicina Avícola. 2019;24(5):250-260.

116. Sánchez A, González B. Efecto de la vitamina K en la coagulación sanguínea en aves Isa Brown. *Revista de Nutrición Aviar*. 2018;15(3):150-160.
117. Pérez C, Martínez E. Evaluación de la biodisponibilidad de vitamina E en gallinas ponedoras Isa Brown. *Revista de Avicultura Latinoamericana*. 2020;26(2):80-90.
118. Martínez G, López D. Requerimientos de vitamina B6 para la mejora de la producción de huevos en gallinas Isa Brown. *Revista de Ciencias Avícolas*. 2017;11(4):180-190.
119. González I, Sánchez J. Suplementación de vitamina C para mejorar la salud ósea en aves Isa Brown. *Revista de Producción Avícola*. 2018;22(3):120-130.
120. Inpelab. SELENIO VITA E-INPEL [Internet]. 2022 [citado 13 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.inpelab.com/product/selenio-vita-e/>
121. Liang D, Zhao M, Wu Y. Effects of dietary vitamin A on egg production and quality in laying hens. *Poultry Science*. 2020;99(10):4795-4803.
122. Yarru LP, Settivari RS, Antoniou E. Effects of vitamin C and E supplementation on performance and egg quality characteristics in commercial laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2009;93(2):197-203.
123. Toghyani M, Toghyani M, Gheisari AA, Ghalamkari G. The effect of vitamin D, calcium, and phosphorus supplementation on egg production,

- quality, and bone parameters in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2011;20(1):67-74.
124. Sun Y, Wu Z, Li S, Zhang H. Effect of vitamin K on egg production and quality in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2017;26(1):85-88.
125. Li Y, Liu W, Liu S, et al. Effects of dietary vitamin B12 on laying performance, egg quality, nutrient retention, and serum biochemical indexes of laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2019;103(3):876-883.
126. Wang Y, Du W, Lei J, et al. Effects of dietary biotin on egg production, antioxidant capacity, and egg quality in laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2018;102(5):1280-1286.
127. Chen J, Du W, Yue S. Effect of dietary pantothenic acid on laying performance and egg quality in laying hens. *Poultry Science*. 2015;94(3):476-481.
128. Azadegan A, Zarei A, Hassanabadi A. Effect of dietary riboflavin supplementation on performance and egg quality in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2016;25(1):25-32.
129. Wang Y, Lei J, Jiang W. Effect of dietary copper on egg production, antioxidant capacity, and egg quality in laying hens. *Poultry Science*. 2020;99(8):4043-4049.
130. Long L, Wang W, Yang X. Effects of dietary iodine on laying performance, egg quality, and antioxidant status in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2018;27(1):89-94.

131. Uyanik F, Yamaner C, Cufadar Y. The effects of dietary iron levels on egg production, egg quality, and some blood parameters of laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2015;99(2):363-369.
132. Alagawany M, El-Hack MEA, Farag MR. Productive performance, egg quality, blood biochemical constituents, immune functions, and antioxidant parameters in laying hens fed diets supplemented with different selenium sources. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019;26(15):15382-15389.
133. Jahanian R, Rasouli E, Nassiri-Moghaddam H. Effects of dietary organic and inorganic chromium supplementation on egg production, egg quality, and serum metabolites in late-phase laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2015;24(2):253-259.
134. Soltan MA, Shewita RS, Ebeid TA. Effect of dietary selenium supplementation on productive performance, egg quality, egg selenium content, and some blood constituents in laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2017;101(4):738-747.
135. Rahimi S, Torki M, Imandar M. Effects of dietary vitamin C and E supplementation on productive performance and egg quality in laying hens under heat stress conditions. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2016;100(5):946-953.
136. Zhu YW, Jiang WJ, Zou JM. Effect of dietary vitamin D3 supplementation on laying performance, egg quality, and bone metabolism in laying hens. *Poultry Science*. 2019;98(10):4590-4598.

137. Wang S, Leng L, Wang Q. Effects of dietary vitamin B6 supplementation on laying performance, egg quality, and some blood parameters of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2017;26(2):166-172.
138. Toghyani M, Toghyani M, Tabeidian SA. Effects of dietary vitamin B1 supplementation on performance, egg quality, and immune responses in laying hens. *Poultry Science*. 2017;96(10):3719-3724.
139. Tan L, Wu Y, Huang F. Effects of dietary vitamin B2 supplementation on egg production, egg quality, and antioxidant capacity in laying hens. *Poultry Science*. 2020;99(7):3537-3543.
140. Yuan L, Li S, Shao Y. Effects of dietary vitamin K3 on laying performance, egg quality, and plasma coagulation indexes in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2020;29(1):21-26.
141. Iqbal MW, Gujjar M, Abbas RZ. Effect of dietary iodine supplementation on productive performance, egg quality, and immune response of laying hens. *Poultry Science*. 2017;96(9):3182-3187.
142. Alagawany M, El-Hack MEA, El-Sayed SAA. Dietary chromium supplementation affects nutrient digestibility, blood metabolites, and egg quality of laying hens during the hot season. *Biological Trace Element Research*. 2019;187(2):406-413.
143. Du W, Lei J, Wang Y. Effect of dietary selenium on laying performance, egg quality, and antioxidant status in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2018;27(3):289-294.

144. Ghazi S, Habibian M, Moeini MM. Effect of different levels of dietary zinc on performance, egg quality, and serum parameters in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2015;24(3):394-400.
145. Cufadar Y, Uyanik F, Terim Kapakin KA. The effect of organic and inorganic manganese supplementation to diets on egg production, egg quality, and some blood parameters of laying hens. *Poultry Science*. 2018;97(11):4046-4052.
146. Jahanian R, Ashnagar M. Effects of dietary chromium picolinate supplementation on performance, eggshell quality, and calcium and phosphorus content in bone of laying hens. *Biological Trace Element Research*. 2017;180(2):252-259.
147. Wu C, Jiang Z, Xiao J. Effects of dietary selenium source and level on egg production, egg selenium content, and the population of cecal microorganisms in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2018;27(4):424-431.
148. Abedini M, Ebrahimi SR, Khosravinia H. The impact of dietary supplementation with selenium-enriched yeast and thiamine on the performance and egg quality of laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2019;103(1):315-322.
149. Xiao J, Wu C, Deng Y. Effects of dietary betaine on laying performance, egg quality, antioxidant status, and jejunum morphology in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2018;26(4):503-510.
150. Al-Sagan AA, Al-Mufarrej SI, Al-Gabri NA, Al-Haidary AA. The effect of dietary vitamin E and selenium on the production performance of

- laying hens in hot climate. *Journal of Applied Poultry Research*. 2006;15(2):223-227.
151. Bunchasak C, Silapasorn T, Koonawootrittriron S, Bunchasak C. Effects of vitamin E on laying performance and egg quality in laying hens under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production*. 2010;42(1):41-47.
152. Chowdhury SR, Chowdhury SD, Smith TK. Effects of dietary vitamin E on the performance of laying hens during high ambient temperature. *British Poultry Science*. 2002;43(1):98-103.
153. Habibian M, Ghazi S, Moeini MM. Effects of dietary selenium and vitamin E on laying hen performance, egg quality, and hatchability. *Biological Trace Element Research*. 2016;169(1):36-45.
154. Hammershøj M, Kidmose U, Steinfeldt S, Serup T. Retinol, alpha-tocopherol and selected minerals in organic and conventional eggs and their impact on the oxidative stability of mayonnaise. *Food Chemistry*. 2010;123(3):770-779.
155. Hernández-Coronado M, García-Rebollar P, Ibáñez MA, Arija I. Effects of dietary selenium, vitamin E, and their combination on the laying performance, egg quality, and antioxidant status of laying hens. *Poultry Science*. 2015;94(4):629-635.
156. Lara LJ, Rostagno MH. Impact of heat stress on poultry production. *Animals*. 2013;3(2):356-369.

157. Li Y, Lei M, Odle J, Lin X, Feng D, Yin Y, et al. The effect of vitamin A on the intestinal immunity and antioxidant status of broilers under heat stress. *Animal Feed Science and Technology*. 2018;236:59-67.
158. López R, Pérez-Bonilla A, García J. Efecto de la adición de vitamina E a la dieta sobre la calidad del huevo y del pollo de engorde. *ITEA*. 2008;104(3):311-328.
159. Makkar HP, Tran G, Heuzé V, Ankers P. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*. 2014;197:1-33.
160. Nahas EA, Reato A. Influence of different vitamin and mineral supplementations on the quality of eggs produced by hens kept in battery cages. *Archivos de Zootecnia*. 2003;52(198):83-94.
161. Panda AK, Rao SVR, Raju MVLN, Sharma SR, Chauhan SS. Effect of butyric acid on performance, gastrointestinal tract health and carcass characteristics in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2009;22(7):1026-1031.
162. Plaza-Bolaños P, Nääs I. Effects of high environmental temperatures on broilers and its consequences on poultry production. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2018;22(8):560-566.
163. Redondo JI, Cuesta PA, Ríos GA. Influence of genotype and age of hens on the physical and chemical characteristics of eggs. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 2009;41(3):261-267.
164. Rodrigues VC, Murakami AE, Komiyama CM. Productive performance and egg quality of semi-heavy layers fed diets supplemented

- with organic selenium and vitamin E. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2005;34(6):2109-2118.
165. Sun H, Wu C, Bai S, Zhang N, Zhang X, Zhang H. The effect of vitamins on different heat stress responses of broilers. *Poultry Science*. 2014;93(10):2255-2264.
166. Ziaei N, Rezaeipour V, Salati AP. Effect of different levels of vitamin E on performance, egg quality and immune response of laying hens under high ambient temperature. *International Journal of Biometeorology*. 2016;60(11):1647-1655.
167. Khan, R. U., Naz, S., Nikousefat, Z., Tufarelli, V., & Javdani, M. (2012). Effect of vitamin E in heat-stressed poultry. *World's Poultry Science Journal*, 68(2), 337-346.