

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**ADICION DE FÓSFORO ORGÁNICO E INORGÁNICO EN
DIETAS DE GALLINAS DE POSTURA COMERCIAL Y
SU EFECTO COMPARATIVO SOBRE EL RENDIMIENTO
PRODUCTIVO**

TESIS
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: Bach. John Darwin Cotrina Rojas

ASESOR: Miguel Ángel Callacná Custodio Ing. Zootecnista, Mg.

TRUJILLO - PERÚ

2011


Nº de Registro:.....

JURADO DICTAMINADOR



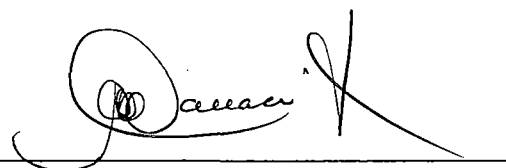
Ing. M. Sc. Zara León Gallardo

PRESIDENTE



Dr. Gilmar Mendoza Ordóñez

SECRETARIO



M. Sc. Miguel Callacná Custodio

MIEMBRO

INDICE GENERAL*Páginas***JURADO DICTAMINADOR****DEDICATORIA****AGRADECIMIENTO****RESUMEN** i**ABSTRACT** ii**CAPITULO I: INTRODUCCIÓN** 01**CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS****2.1 MATERIAL EXPERIMENTAL****2.1.1 Material biológico** 14**2.1.2 Fuentes de fósforo** 14**2.1.3 Materiales de campo** 14**2.1.4 Material de escritorio** 15**2.1.5 Instalaciones y Equipo** 15**2.1.6 Material de procesamiento y análisis de datos** 15**2.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL****2.2.1 Selección de animales** 16**2.2.2 Distribución de los tratamientos** 16**2.2.3 Monitoreo de los tratamientos y parámetros evaluados** 17**2.2.4 Evaluación estadística** 19

09/03/2011

cf 098-2011-UNT. E.A.P. 2004

CAPITULO III: RESULTADOS	
3.1 Peso Corporal	20
3.2 Consumo de Alimento	22
3.3 Conversión Alimenticia	25
3.4 Porcentaje de Producción	27
3.5 Peso Promedio del Huevo	30
3.6 Masa de Huevo por Gallina Alojada	32
3.7 Porcentaje de Huevos Quiñados	36
3.8 Porcentaje de Huevos Blancos	39
3.9 Porcentaje de Mortalidad	42
3.10 Evaluación Económica	45
CAPITULO IV: DISCUSIÓN	46
CAPITULO V: CONCLUSIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	53
ANEXOS	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Peso corporal semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento con respecto al estándar.....	20
Tabla 2. Consumo promedio semanal de alimento por tratamiento (g.ave ⁻¹ .día ⁻¹).....	22
Tabla 3. Conversión alimenticia semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown	25
Tabla 4. Porcentaje de Producción semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown	27
Tabla 5. Peso promedio semanal (g) de huevos de gallinas de postura comercial Hy Line Brown	30
Tabla 6. Masa de huevo (g) promedio semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown	33
Tabla 7. Porcentaje semanal y promedio de huevos rotos de gallinas de postura Hy Line Brown	36
Tabla 8. Porcentaje semanal y promedio de huevos blancos de gallinas de postura Hy Line Brown	39
Tabla 9. Porcentaje semanal y acumulado de mortalidad de gallinas de postura Hy Line Brown	42
Tabla 10. Evaluación económica de la adición de fósforo orgánico e inorgánico en dietas de gallinas de postura comercial Hy Line Brown	45
Tabla 11. Digestibilidad de fósforo aparente de fuentes vegetales	57

Tabla 12. Disponibilidad del fósforo en algunos alimentos de origen animal y de los fosfatos alimenticios.....	57
Tabla 13. Aporte de fósforo, relación Ca: P y solubilidad relativa de las distintas fuentes de fósforo inorgánico en los test más comunes.	58
Tabla 14. Análisis de difracción de rayos X de diferentes fuentes comerciales disponibles (%).....	58
Tabla 15. Dieta Alimenticia con adición de fósforo inorgánico en la etapa de: 32-40 Semanas de edad.....	59
Tabla 16. Contenido nutricional de la dieta alimenticia con adición de fósforo inorgánico en la etapa de 32-40 Semanas de edad.....	60
Tabla 17. Dieta Alimenticia con adición de fósforo orgánico en la etapa de: 32-40 Semanas de edad.....	61
Tabla 18. Contenido nutricional de la dieta alimenticia con adición de fósforo orgánico en la etapa de 32-40 Semanas de edad.....	62
Tabla 19. Prueba de Homogeneidad de varianzas del peso inicial.....	64
Tabla 20. Evaluación del peso promedio inicial de los tratamientos.....	64
Tabla 21. Análisis de varianza para el peso corporal promedio semanal.....	65
Tabla 22. Prueba de Duncan para el peso corporal promedio semanal (kg).....	66
Tabla 23. Análisis de Varianza para el consumo semanal de alimento por tratamientos.....	67
Tabla 24. Prueba de Duncan para la consumo de alimento semanal (g).....	68

Tabla 25. Análisis de Varianza para la conversión alimenticia semanal por tratamientos.....	68
Tabla 26. Prueba de Duncan para la conversión alimenticia semanal	69
Tabla 27. Análisis de Varianza para el porcentaje de producción semanal.....	70
Tabla 28. Prueba de Duncan para el porcentaje de producción semanal.....	70
Tabla 29. Análisis de Varianza para el peso promedio del huevo.....	71
Tabla 30. Prueba de Duncan para el peso promedio de huevos semana.....	72
Tabla 31. Análisis de Varianza para la masa semanal de huevo.....	73
Tabla 32. Prueba de Duncan para la masa semanal de huevo.....	74
Tabla 33. Prueba de Chi Cuadrado para el porcentaje de huevos quiñados.....	74
Tabla 34. Prueba de Chi Cuadrado para el porcentaje de huevos blancos.....	75
Tabla 34. Prueba de Chi Cuadrado para el porcentaje mortalidad.....	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Evaluación de la ganancia de peso corporal semanal en gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento	21
Figura 02: Consumo Promedio semanal de alimento por tratamiento (g.ave ⁻¹ .día ⁻¹).....	23
Figura 03: Consumo Promedio semanal de alimento acumulado por tratamiento (g.ave ⁻¹ .día ⁻¹).....	24
Figura 04: Conversión alimenticia semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento	26
Figura 05: Porcentaje de producción semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	28
Figura 06: Porcentaje de producción semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	29
Figura 07: Peso promedio de huevos de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	31
Figura 08: Peso promedio de huevos de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	31
Figura 09: Masa semanal de huevos por gallina alojada de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	34
Figura 10: Masa acumulada de huevos por gallina alojada de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	35
Figura 11: Porcentaje semanal de huevos rotos de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	37

Figura 12: Porcentaje promedio de huevos rotos de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	38
Figura 13: Porcentaje semanal de huevos blancos de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	40
Figura 14: Porcentaje promedio de huevos blancos de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	41
Figura 15: Porcentaje de mortalidad acumulada semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	43
Figura 16: Porcentaje acumulado promedio de mortalidad de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.....	44
Figura 17: Evaluación del peso promedio inicial de los tratamientos.....	65
Figura 18: Peso corporal promedio por tratamiento (kg).....	66
Figura 19: Consumo promedio de alimento por tratamiento (g.ave ⁻¹ .día ⁻¹).....	68
Figura 20: Conversión alimenticia promedio por tratamiento.....	69
Figura 21: Porcentaje de producción promedio por tratamiento.....	70
Figura 22: Peso promedio de huevos por tratamiento.....	72
Figura 23: Masa promedio semanal de huevo por gallina alojada.....	74
Figura 24: Porcentaje promedio de huevos quiñados.....	75
Figura 25: Porcentaje promedio de huevos blancos.....	76
Figura 25: Mortalidad total por tratamiento.....	77

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la sabiduría para descubrir lo correcto, la voluntad para elegirlo y la fuerza para lograr mis metas trazadas en esta vida y por brindarme muchas alegrías y bendiciones.

A MI MADRE, Señora ORFELINA ROJAS PECHE: Por estar siempre presente en los momentos más importantes de mi vida y por ser el motor que me impulsa a ser mejor y sobre todo por confiar en mí.

A MI PADRE, Señor ALCIDES COTRINA VÁSQUEZ: Con respeto y admiración, por ser mi principal fuente de apoyo, por su deseo incansable de superación y por apoyarme en todo momento y por ser un ejemplo de superación, constancia y valentía.

A MI HERMANOS, JEISON COTRINA ROJAS, YANELITA COTRINA ROJAS: Por brindarme su comprensión a cada momento, a ustedes dos, por estar siempre ahí, cada uno a su manera.

A MI PRIMOS, JHOHAN FLORÍNDEZ ROJAS, PEDRO SÁNCHEZ BUSTAMANTE, RAUL SÁNCHEZ BUSTAMANTE: Por ser unos primos excelentes, por su constante e incondicional apoyo.

A MIS AMIGOS, MIGUEL AQUINO CORVERA, ENMANUEL ABANTO FERNANDEZ, JUAN AIRLINS BACA CONTRERAS: Por ser los amigos más increíbles, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por soportar todas mis bromas, por escucharme, por aconsejarme y por jugársela siempre por mí.

John Darwin

AGRADECIMIENTO

AL INGENIERO, LUIS ALBERTO MONSALVE PINILLOS: Por haberme brindado la oportunidad de realizar la fase experimental de esta investigación en las instalaciones de su empresa, Granja Azul S.A.C.

AL INGENIERO, LARRY VEJARANO LEZAMA: Responsable de la unidad operativa de la avícola Granja Azul S.A.C. quien me brindó su ayuda y facilidades necesarias para llevar a cabo la fase experimental de esta investigación en las instalaciones de la empresa.

AL INGENIERO MIGUEL ÁNGEL CALLACNÁ CUSTODIO: Por su asesoramiento tanto en el proyecto como en la revisión del Informe de Investigación.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Zootecnia, DR. GILMAR MENDOZA ORDÓÑEZ, ING. ZARA LEON GALLARDO, ING. PABLO MORACHIMO BORREGO. DR. WILLMAN ALARCON GUTIÉRREZ E ING. ELI ABANTO ROJAS, por impartir sus conocimientos y experiencias, pilares fundamentales en mi formación profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado con la finalidad de evaluar el efecto de la adición de fósforo orgánico e inorgánico a dietas de gallinas de postura comercial Hy *Line Brown* sobre el rendimiento productivo. Se utilizaron 336 gallinas de postura comercial de la línea genética Hy Line Brown de 32 semanas de edad, distribuidas en forma aleatoria en 2 tratamientos: (T₀) tratamiento testigo en cuya dieta se adicionó una fuente fósforo inorgánico, en 0.625% y (T₁) tratamiento experimental a cuya dieta se adicionó una fuente de fósforo orgánico, en 0.7483% en la dieta. Se utilizó el diseño en bloques completamente al azar, con dos tratamientos T₀ y T₁ y cuatro repeticiones de 42 aves por tratamiento. Se evaluaron peso corporal; consumo de alimento; porcentaje de producción, conversión alimenticia; peso del huevo; porcentaje de huevos rotos y blancos, porcentaje de mortalidad; así como, la eficiencia económica. Los resultados obtenidos, muestran que el consumo promedio semanal de alimento, peso del huevo y masa del huevo del tratamiento T₁ fue estadísticamente superior al T₀ (P<0.05). Los porcentajes de producción no muestran diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (P>0.05); sin embargo existen diferencias altamente significativas entre semanas de edad (P<0.01). Con respecto a la conversión alimenticia, se encontró diferencia significativa (p<0.05) del tratamiento T₀ frente al T₀. El tratamiento T₁ no mostró diferencia estadística significativa (P>0.05) en la ganancia de peso corporal, porcentaje de huevos rotos, huevos blancos y mortalidad con respecto al tratamiento T₀. La eficiencia económica del tratamiento T₁ fue superior con respecto al T₀, existiendo diferencia estadística (p<0.05). Se concluye que la adición de fósforo orgánico e inorgánico en dietas de gallinas de postura mejora significativamente el consumo de alimento, peso del huevo, masa del huevo; la eficiencia económica, y la conversión alimenticia respectivamente.

Palabras Claves: Fósforo inorgánico, fósforo orgánico, gallinas de postura, rendimiento productivo.

ABSTRACT

This research was performed for the purpose of evaluating the effect of adding organic and inorganic phosphorus in diets of commercial laying hens Hy Line Brown on productive performance. We used 336 commercial laying hens of the Hy Line Brown genetic line of 32 weeks of age, randomly distributed into 2 treatment groups (T0) control treatment whose diet was added inorganic phosphorus source at 0.625% and (T1) experimental treatment whose diet was added an organic phosphorus source at 0.7483% in the diet. The design was completely randomized blocks with two treatments T0 and T1 and four replicates of 42 birds per treatment. We assessed body weight, feed intake, percentage of production, feed conversion, egg weight, percentage of broken eggs and whites, mortality rate, as well as economic efficiency. The results show that the average weekly food consumption, egg weight and egg mass treatment was statistically superior to T1 T0 ($P < 0.05$). Production rates show no statistically significant differences between treatments ($P > 0.05$), but there are significant differences between weeks of age ($P < 0.01$). With regard to feed conversion, significant difference ($p < 0.05$) compared with T0 T0 treatment. T1 treatment showed no statistically significant difference ($P > 0.05$) in body weight gain, percentage of broken eggs, egg whites and mortality compared to treatment T0. Economic efficiency was higher for T1 compared to T0, existing statistical difference ($p < 0.05$). We conclude that the addition of organic and inorganic phosphorus in laying hens diets significantly improves feed intake, egg weight, egg mass, economic efficiency, and feed conversion, respectively.

Keywords: Inorganic phosphorus, organic phosphorus, laying hens, production performance.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La avicultura es importante en la generación de alimentos de buena calidad (proteínas de alto valor biológico) y bajo costo para la alimentación humana. En este contexto, el huevo de gallina adquiere gran protagonismo. La calidad de la cáscara de huevo es una de las mayores preocupaciones de la industria avícola tanto en reproductoras como en gallinas de postura comercial, debida a las pérdidas económicas que provocan huevos con cáscara frágil que imposibilitan su comercialización (Hamilton et al. 1989; Ronald, 1988). Se estima que por la disminución en localidad de cáscara de huevo la pérdida está en el rango de 6% al 8%. Sin embargo, estos datos no consideran el porcentaje adicional del 7.7% que representan los huevos sin cáscara ó los huevos que caen a través de la jaula al suelo.

Se realizó un amplio muestreo en las industrias productoras de huevos en los Estados Unidos para determinar que porcentaje de huevos se pierde o se trizan antes de llegar al consumidor. El estudio reveló que el 4% de todos los huevos producidos presentaban trizaduras (Ronald, 1988).

A nivel mundial, en el Reino Unido el 6.7% de los huevos producidos presentan cáscara frágil (Anderson y Carter, 1976) citados por Gómez (1999). En Alemania, el porcentaje es el 8% (Rutz, 2005) (Folkers, 1976) citado por Gómez (1999). Estudios realizados en Austria han determinado que el 47% del total de huevos comercializados presentaban defectos en la cáscara (Balnave y Yoselewitz, 1988). Basados en las estimaciones anteriores se calcula que solo en los Estados Unidos las pérdidas económicas son de casi US 300 millones de dólares, esta cifra no incluyó las pérdidas por los huevos no recolectados y aquellos con problemas que van a dar a las plantas procesadoras (Washburn, 1982; Ronald, 1988).

Muchos de los problemas de calidad de cáscara y la misma calidad interna del huevo están relacionados con la nutrición que las aves reciben, por lo tanto existen una necesidad de una buena nutrición para optimizar la producción y la calidad del huevo (Sechinato, 2003).

El fósforo (P), es un nutriente esencial para la gallina, debido a que realiza varias funciones en el organismo, como son: mineralización de los huesos, almacenamiento de energía, formación del cascarón y metabolismo energético. Una deficiencia de fósforo afecta

negativamente la calidad del cascarón, producción y tamaño del huevo, e incrementa la excreción de calcio en la orina. El exceso de fósforo disminuye la densidad del cascarón, producción y calidad de huevo e incrementa el costo de la dieta (Gordon y Roland 1996). El calcio (Ca), es importante para una óptima producción y formación del cascarón del huevo porque un nivel inadecuado en la dieta de gallinas ponedoras puede afectar la calidad del cascarón y la producción de huevo, debido a cascarones rotos o con fisuras las cuáles causan pérdidas económicas a los productores (Said *et al.*, 1994; Roland y Farmer, 1986; Snow *et al.*, 2004).

El P contenido en las materias primas se encuentra bien en forma inorgánica, principalmente como ortofosfatos (PO_4^{3-}), bien en forma orgánica en el seno de moléculas tales como ATP, ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfoproteínas y fosfoglúcidos. La hidrólisis del P orgánico en el tracto gastrointestinal libera PO_4^{3-} , que es la única forma en que el animal puede absorber y utilizar el P (De Groote, 1990).

En los ingredientes vegetales el P orgánico representa la fracción mayoritaria, siendo el ácido fítico el fosfoglúcido más abundante. En torno a un 60-80% del P total contenido en los granos y sus subproductos se encuentra como parte del ácido fítico y sus sales, generalmente como fitatos de Ca, K y Mg (Ravindran *et al.*, 1999). El ácido fítico, es un éster de un alcohol cíclico, el inositol, con seis grupos fosfato. Cuando forma complejos con mezclas de cationes como calcio, cinc, magnesio y cobre, la molécula se denomina fitina y cuando presenta la forma mono- a dodeca-aniónica se conoce como fitato. Este estereoisómero del inositol hexaquis dihidrógeno fosfato ha sido aislado de vegetales (Maga, 1982; Reddy *et al.*, 1982). Se encuentra principalmente en semillas como mezcla de sales de magnesio, calcio y potasio (Selle *et al.*, 2000).

Las funciones de los fitatos en las plantas incluyen la reserva de P e inositol, la regulación del nivel de P inorgánico, la inmovilización de cationes necesarios para el control de los procesos celulares y para su liberación posterior durante la germinación, y la reserva de energía (un competidor del ATP durante su rápida biosíntesis cuando la semilla se acerca a la madurez, cuando el metabolismo está inhibido y se induce la dormancia) (Cosgrove, 1980)

Por el contrario, en los alimentos de origen animal predomina el P inorgánico que se encuentra en forma de ortofosfatos en solución en el medio celular y mayoritariamente

como fosfatos de calcio en los tejidos óseos y en la leche. Alrededor del 80-85% del P presente en el organismo animal se localiza en el esqueleto como fosfato cálcico $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ e hidroxiapatita $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ y el 15-20% restante se encuentra como P orgánico en los tejidos muscular y nervioso y, especialmente en los glóbulos rojos. El P del esqueleto sirve también como reserva movilizable para las funciones que cumple en casi todos los procesos metabólicos.

El 25% del P corporal que no se encuentra en el esqueleto está contenido en moléculas de alto valor biológico, tales como ADN, ARN, ATP, fosfolípidos (fosfoglicéridos, esfingomielina), compuestos ricos en energía (fosfoenolpiruvato, 1,3-bifosfoglicerato) y proteínas fosforiladas (creatina fosfato), que integran y dan flexibilidad a las membranas celulares. En las células pueden también encontrarse pequeñas cantidades de P inorgánico que juegan un papel importante en el mantenimiento del equilibrio ácido-base (McDowell, 1992).

La sangre contiene entre 35 y 45 mg de P/100 ml localizado en su mayor parte en el interior de las células ya que la fracción plasmática sólo posee entre 4,5 y 6 mg P/100 ml en adultos y entre 6 y 9 mg P/100 ml en animales jóvenes (McDowell, 1992).

La utilización del P es siempre mayor en alimentos de origen animal que vegetal, ya que la mayor parte del P está en forma inorgánica. Los valores más altos corresponden a los productos lácteos y la sangre sin excesivas diferencias entre disponibilidad y digestibilidad.

Las fuentes minerales de P más utilizadas en alimentación animal son los ortofosfatos de Na, Ca, K, NH_4 y sus combinaciones. Las diversas fuentes de P pueden contener cantidades variables de meta- $[(\text{PO}_3)^{3-}]$ y piro- $[(\text{P}_2\text{O}_7)^{4-}]$ fosfatos en función de las temperaturas alcanzadas durante el proceso de obtención (Axe, 1993). Otros fosfatos minerales de menor importancia práctica por su baja disponibilidad en monogástricos, son los fosfatos de roca, los metafosfatos de Na, K y Ca, los pirofosfatos de Na y Ca y los polifosfatos $[\text{n}(\text{PO}_4)^{3-}]$ de Na y NH_4 (Cosgrove e Irving, 1980).

Desde el punto de vista práctico se admite que la disponibilidad del P inorgánico y del P orgánico no fitico es similar y cercana al 100% (rango 80-100%). Por el contrario, se considera que el P fitico no puede ser utilizado por los animales monogástricos (aves y

cerdos) asignándole un valor de 0, y se asume que el contenido en P fítico de todas las materias primas de origen vegetal es del 70% del P total.

Se observa que el P no fítico varía entre el 30 y el 80% del P total y, por tanto, la asunción de que un 70% del P vegetal es P fítico subestima el aporte de P asimilable de la mayoría de los alimentos de origen vegetal que componen las dietas. La diferencia entre P no fítico y P inorgánico indica que existe un nivel variable de P orgánico de naturaleza no fítica de alta disponibilidad en monogástricos. Los valores más altos corresponden a guisantes, habas (50 a 80% del P total), lo que explica la mayor disponibilidad del P en leguminosas y oleaginosas que en cereales (Hopkins et al., 1987).

La regulación del calcio y el fósforo por el ave es realizada por tres hormonas implicadas, la paratiroidea, el 1,25-dihidroxicolecalciferol (la forma activa de la vitamina D) y la calcitonina. En general, la hormona paratiroidea y el 1,25-dihidroxicolecalciferol modulan el calcio y P plasmático por el siguiente procedimiento: la hipocalcemia conduce a un aumento en la liberación de hormona paratiroidea que estimula la producción de 1,25-dihidroxicolecalciferol por el riñón.

Finalmente, la absorción de calcio de la dieta en el aparato digestivo, el aumento de la reabsorción de calcio en los túbulos renales distales y la liberación de calcio desde los huesos sirve para incrementar el nivel de calcio en plasma. Simultáneamente, la hormona paratiroidea induce fosfaturia al reducir la reabsorción de P en los túbulos renales para mantener una relación adecuada calcio a fósforo en sangre (Bronner, 1997).

Como contraste, concentraciones elevadas de calcio sirven para reducir la liberación de hormona paratiroidea y la producción de 1,25-dihidroxicolecalciferol, lo que atenúa la hipercalcemia por vías opuestas a las anteriormente descritas. La calcitonina actúa de forma similar para reducir el nivel de calcio en plasma, aunque en respuesta a condiciones de hipercalcemia más extremas. La absorción de calcio y P de la dieta ocurre a lo largo de la mayor parte del intestino delgado, aunque la capacidad absorbente es mayor en el yeyuno y el duodeno, respectivamente (Berner, 1997; Bronner, 1997).

El transporte paracelular de calcio y fósforo que tiene lugar a lo largo de todo el intestino delgado, generalmente se realiza mediante transporte activo cuya regulación es poco precisa. El calcio atraviesa el epitelio intestinal en contra de su gradiente de concentración

mediante un sistema regulado por la vitamina D (Bronner, 1997). La vitamina D estimula el transporte activo de Ca y P a través del epitelio intestinal por lo que se recomienda adicionar dosis superiores a las necesidades estrictas para mejorar la utilización del P. Edwards (1993). El transporte transcelular del P de la dieta frente a su propio gradiente electroquímico tiene lugar principalmente por vías Na-dependientes, pero posiblemente también Na-independientes (Danisi y Murer, 1989). La absorción de P de la dieta por este sistema precisa de un aporte energético para el mecanismo de co-transporte Na-P.

El P, es un ingrediente proporcionalmente caro en los alimentos para los animales. Por esto, se ha llevado a repensar la nutrición mineral de los animales productivos. Existen numerosos estudios destinados a determinar las necesidades de fósforo en las gallinas ponedoras, aunque todavía la definición de los requerimientos continua siendo controversial. En la dieta de las especies animales, el fósforo puede provenir de fuentes orgánicas ya sea de origen vegetal o animal y de fuentes inorgánicas como fosfatos alimenticios de los alimentos balanceados y la suplementación mineral realizada mayormente con productos como el fosfato mono, di cálcico (Gordon y Roland 1996).

La primer y lógica medida fue la de disminuir los niveles de fosfato en las dietas de los animales de alta producción. Por esto los animales hoy son alimentados al límite de sus requerimientos, sin márgenes de seguridad, dejando muy poco espacio para efectos, por ejemplo, de interacciones de ingredientes de la ración, necesidades individuales del animal, errores en los cálculos del fósforo digestible de las dietas (Cefic, 1990).

Un error en la suplementación por debajo del requerimiento del animal, tendrá efectos generales en la salud, y por lo tanto en el desempeño productivo. Cualquier restricción que afecta la salud de los animales de alta producción tiene consecuencias económicas, es por estos motivos que es fundamental incrementar la fracción de fósforo digestible de la dieta. Son tres las formas de realizar esto: seleccionar materias primas ya sea fuentes orgánicas e inorgánicas con valores inherentemente mayores de digestibilidad de fósforo; incrementar la digestibilidad del fósforo de las fuentes vegetales y; suplementar ambas, con fosfatos inorgánicos de alta calidad y conocida digestibilidad. (Anselme, 2002).

En un trabajo de campo se mencionan experiencias, en una granja con 100.000 pollos, observándose un incremento en la mortalidad de 2,4% a 4,9%, debido a un contenido de P excesivamente bajo, lo cual tiene repercusiones severas: tales como problemas de patas. Al

incrementar nuevamente los valores de P digestible, hacia valores más normales, la mayor parte de estos problemas desaparecieron.

Problemas similares también se observaron en ponedoras, siendo mayormente los problemas: mortalidad, debilidad de esqueleto, reducción de la producción, reducción en la calidad de cáscara, incremento en el consumo de alimento, resultando en incrementos en la conversión alimenticia. Otra de las características observadas fue la incidencia de roturas de fémur atribuible a deficiencia de fósforo, las cuales al producirse durante el procesamiento en la faena, genera incremento en los costos de procesamiento (Van Tuijl, 1998).

En los últimos años la producción animal ha recibido fuerte presión respecto a la contaminación ambiental. La sobre-suplementación con nitrógeno (N) y fósforo (P) pueden modificar el balance natural del medioambiente de algunos ecosistemas. Esta presión ambiental ha llevado al endurecimiento de la legislación, en particular para disminuir la descarga del fósforo al medioambiente. El P, ha sido el de mayor seguimiento debido a su baja movilización en el suelo, entrando a los sistemas acuáticos mediante escurrimiento o erosión del suelo, convirtiéndose en responsable del proceso de eutrofización de las aguas y un excesivo crecimiento de algas originando un agotamiento del contenido en oxígeno del agua lo que provoca mortalidad de la fauna acuática. (Anselme, 2002).

Los problemas de contaminación ambiental por el P, se ha relacionado por su uso *ineficiente*, a través del estiércol, especialmente en las zonas de producción más intensiva. Por tanto, un objetivo para mejorar la nutrición y reducir la contaminación ambiental es incrementar la absorción de fósforo independientemente de las fuentes orgánicas e inorgánicas que provengan ya que estudios recientes demuestran que la suplementación debe ser en base a la cantidad de fósforo disponible (Pd). En particular, con esto último, maximizar la absorción del fósforo por parte del animal, haciendo más eficiente la inversión, y reduciendo la excreción y contaminación (Thorp and Waddington, 1997)

Desde la década del 90, cuando se tomó conciencia de las consecuencias del exceso de fósforo sobre el medio ambiente, se han evaluado todos los ingredientes de las dietas, en pruebas in vivo (Thorp and Waddington, 1997).

De allí se desprende que en pollos de engorde, la disponibilidad o absorbabilidad de fuentes orgánicas de fósforo provenientes de las materias primas vegetales varía entre 16% y 72% (Anexo, Tabla 11). También se evaluó la digestibilidad de las fuentes animales y los

fosfatos inorgánicos, en este mismo sistema. Aquí, se encontraron variaciones entre 55% a 92%. (Anexo, Tabla 12).

En el caso de los fosfatos inorgánicos, dicha variación no es sólo causada por su forma química (ejs. Fosfato monocálcico vs. dicálcico), sino que también se vio que tenía que ver con tecnología de elaboración, materias primas utilizadas entre otras causas (V. der Klis y Versteegh, 1996)

Ocurre que, al no tratarse de sustancias puras, se encuentran diferencias entre los distintos productos comerciales. Fundamentalmente, en el proceso de producción de los fosfatos comerciales, se generan familias de reacciones. Dependiendo de la proporción de las distintas fracciones de fosfatos obtenidos de esas reacciones, se dará nombre al producto y fundamentalmente, se determinarán sus características (Usayan N, balnave, 1995).

La calidad en los fosfatos inorgánicos tiene ciertas desventajas ya que básicamente, lo que se debe preguntar es: además del contenido de P y Ca, los elementos indeseables (F, Cd, As, Hg, Pb), Dioxinas y por supuesto Biodisponibilidad. Respecto al control de elementos indeseables, se establecieron los límites máximos para cada uno de éstos (F<2.000 ppm; Cd<10 ppm; As<10 ppm; Pb<30 ppm; Hg<0,1 ppm). En cuanto a evaluar la biodisponibilidad claramente la mejor forma es mediante ensayos *in vivo*.

El problema reside en que estos ensayos son caros, y se demoran mucho tiempo para realizarlos. Por esto, se han desarrollado pruebas *in vitro* de solubilidad (V. der Klis y Versteegh, 1996)

Los ensayos de solubilidad que se conocen tienen grandes deficiencias para reconocer las diferencias importantes entre, por ejemplo, fosfato dicálcico anhidro versus un dihidratado. El valor (porcentaje) de solubilidad que arrojan estas pruebas no debe ser confundido con la absorción. Simplemente es una forma sencilla de clasificar los fosfatos alimenticios en buenos, medios y malos, sin discriminar lo suficiente como para diferenciar entre fosfatos de alta y baja calidad (Anselme, 2002).

Estas pruebas de solubilidad del fósforo se realizan en ácidos diluidos y agua, lo cual puede dar una idea de la forma química que componen la fuente específica, pero no hay una correlación directa entre solubilidad y digestibilidad, sino, sólo una idea del potencial de digestibilidad de la fuente. La solubilidad del fósforo en una solución de 2% en ácido cítrico y de citrato de amonio alcalino (test de Peterman) deben superar por lo menos el 95%

(Anexo, Tabla 13). La solubilidad en ácido cítrico generalmente otorga una indicación de los compuestos presentes en el producto en cuestión, mientras que la solubilidad en citrato de amonio indica la presencia de fosfato tricálcico. Sin embargo, la solubilidad de fosfato de aluminio-hierro, un fosfato de baja calidad, es relativamente alta en citrato de amonio alcalino (V. der Klis y Versteegh, 1996).

La solubilidad del fósforo en agua es usada como una indicación de la fracción de fósforo de fosfato monocálcico (MCP) presente en el producto. El fosfato monodivalente (MDCP) y MCP deben estar en niveles entre 50% y 80%, respectivamente. Un factor de confusión, puede ser el ácido fosfórico libre (sin reaccionar) que es potencialmente 100% soluble en agua. La presencia de ácido libre es indeseable, debido a que puede potencialmente reaccionar con otros ingredientes y causar degradación de otras sustancias como vitaminas, aminoácidos, enzimas etc. (Van Tuijl, 1998).

Parecería que la solubilidad en ácido cítrico es el mejor tasador y el más confiable en la biodisponibilidad de los fosfatos alimenticios no solubles en agua, incluso aunque no se discrimine bien entre los fosfatos altamente disponibles.

Recientemente, se ha comenzado a utilizar el método de Difracción de Rayos X (XRD). Se trata de una técnica especializada que permite identificar y cuantificar las diferentes fracciones partes del fosfato que se analice. Con este método se puede identificar las diferencias entre fosfatos que por nombre serían similares, pero que a nivel nutricional, presentan claras diferencias en su biodisponibilidad (V. der Klis y Versteegh, 1996).

La identificación de una fase cristalina por este método se basa en el hecho de que cada sustancia en estado cristalino tiene un diagrama de rayos X que le es característico. Estos diagramas están coleccionados en fichas, libros y bases de datos del *Joint Committee on Powder Diffraction Standards* y agrupados en índices de compuestos orgánicos, inorgánicos y minerales. Se trata, por lo tanto, de encontrar el mejor ajuste del diagrama problema con uno de los recopilados.

Se registra un patrón de dos dimensiones de difracción, y se utilizan las posiciones y las intensidades de los picos para identificar la estructura subyacente (referido como fase). El ancho y la forma de los picos proveen información importante acerca de la estructura del material (Anselme, 2002).

Análisis realizados en institutos de renombre han demostrado que es altamente repetible, consistente, y fuertemente correlacionado con los análisis de solubilidad correspondiente. El análisis XRD ha sido usado por los productores de fosfato durante años para determinar la

calidad y la composición de los productos. El *uso* de esta técnica en el futuro podrá ser más importante, no necesariamente para “agregar valor” a los fosfatos sino para permitir al usuario final distinguir entre las diferencias sustanciales entre y dentro de las fuentes de fósforo orgánicas e inorgánicas, las cuales se asumen como similares (V. der Klis y Versteegh, 1996)

Las diferencias que pueden existir entre y dentro de diferentes fosfatos comerciales (Anexo, tabla 14). Si bien estas fuentes están de acuerdo a las especificaciones mínimas que los fabricantes establecen en los productos específicos, estos difieren significativamente con respecto a la composición química.

Al considerar una industria costo-competitiva estas diferencias pueden ser sustanciales. Es entonces, para remarcar, las 13 unidades porcentuales en el contenido de MCP entre dos productos comerciales. No todos los fosfatos son iguales, y cada vez es más importante maximizar el costo de esta importante materia prima. Son muchas las cosas que se pueden y deben controlar a la hora de elegir un fosfato (Cefic, 1990).

La valoración de un fosfato (tanto en términos de costo como de biodisponibilidad) no se puede realizar por su contenido de fósforo, nombre genérico o precio. Dentro de estos grupos químicos, y entre la variedad de los productos comerciales disponibles, existen grandes diferencias en composición. La utilización del método de Difracción de Rayos X es una potente herramienta para determinar la biodisponibilidad de las fuentes de fósforo (V. der Klis y Versteegh, 1996).

Se ha determinado que las fuentes de fosforó inorgánicas pueden tener un comportamiento ineficiente, desde el punto de vista nutricional, debido a que los elementos ligados a estas fuentes pueden ser bloqueadas a nivel del tracto gastrointestinal dado que son solubilizados en forma iónica para ser absorbidos. Sin embargo, estas formas iónicas eléctricamente cargadas pueden interactuar con otros componentes dietéticos (ej. Minerales, proteínas, carbohidratos) haciéndolos parcialmente no disponible para el animal (Close, 1998).

El fósforo proveniente de una fuente orgánica, puede utilizar las vías de absorción de los péptidos o de aminoácidos en lugar de las vías normales de absorción de los minerales en el intestino delgado. Esto previene la competencia entre minerales por el mismo transportador. Por consiguiente, no solo la biodisponibilidad es mayor, pero estas formas minerales son transportadas más rápidamente y por consiguiente la absorción intestinal también aumenta.

Además, algunos minerales pueden ser combinados completamente (ej. Por los fitatos) por consiguiente, se vuelven completamente no disponibles para el animal.

Debido a estos factores, los niveles provistos en la dieta a menudo con mayores del mínimo requerido para un rendimiento óptimo, dando lugar a una sobre dosificación y desperdicio innecesario con el consecuente impacto ambiental (González and Morales, 2004).

Gutiérrez, et al, (2002), afirma que no existen diferencias entre las fuentes de fósforo a nivel de Pd, por lo que se debe hacer un estudio basado en la cantidad óptima de Pd independientemente de la fuente que provenga, pero así mismo realizar un previo estudio de los elementos con los que viene acompañado.

Para ello, se han realizado numerosas investigaciones sobre los requerimientos de Pd en gallinas de postura y como resultado, el NRC (1998), sugiere 0.25% de Pd. En otro estudio realizado sugiere entre 0.13 y 0.30% de Pd (Said *et al.*, 1984, Snow *et al.*, (2004). Las empresas comerciales sugieren niveles elevados de P, por ejemplo 0.4% para gallinas Leghorn Hy-Line W-36, tal vez para asegurar un aporte adecuado de este mineral Said *et al.*, (1984). Investigaciones recientes han obtenido que el nivel óptimo biológico (NOB) de Ca y Pd, Valdés-Narváez, *et al.* (2006) quienes trabajaron con niveles de P, sugieren 0.18% de Pd para maximizar la masa de huevo, similar al NOB para mínima conversión (0.18%). Castillo *et al.* (2004), indicaron 4.34% de Ca como NOB para la masa del huevo (MH).

En un estudio realizado sobre el nivel de fósforo disponible en la ganancia de peso no se encontró efecto de la interacción del nivel de fósforo disponible sobre la ganancia de peso corporal en aves desde la semana 32 hasta la semana 46. Gutiérrez, et al, (2002), en un estudio sobre la Validación de los niveles óptimos biológicos de calcio y fósforo en gallinas en postura y su efecto sobre la ganancia de peso, afirma que solo se encontraron diferencias entre periodos los cuales no necesariamente son atribuibles al fósforo disponible.

Mientras el consumo de alimento se ve afectado por la cantidad de fósforo disponible. (Valdés-Narváez, *et al.*, 2006), en un estudio realizado, encontró diferencia del consumo de alimento por el efecto del nivel de Pd; con 0.15% de Pd las gallinas consumieron 2 g/d menos alimento que con 0.20% de Pd (durante las 32 a 46 semanas de edad) el consumo de alimento se incrementó ($P > 0.05$) de 96 a 100g, después se estabilizó hasta el final de

experimento en 102 g. El consumo de alimento se incremento ($P>0.05$) a medida que el nivel de Pd en la dieta fue mayor, lo que corresponde con un diseño de la investigación. Esto concuerda con otros autores quienes encontraron que con menos de 0.20% de Pd el consumo de alimento disminuye, sobre todo si se llega a 0.10%, cuando presenta esta deficiencia de fósforo, y las reservas corporales de fósforo de la gallina disminuyen (Usayaran y Balnave, 1995); esto ocurre en gallinas jóvenes después de 12 semanas y en gallinas viejas a la segunda semana de consumir una dieta deficiente en fósforo (Sohail y Roland, 2002). El nivel más bajo que evaluó Valdés-Narváez, *et al.* (2006) fue de 0.15% de Pd, por lo que no se observaron síntomas de deficiencia, pero sí disminuyó el consumo de alimento y 0.15% de Pd fue un nivel marginal.

En los estudios realizados sobre los niveles óptimos de Pd, por Usayran y Balnave (1995) quienes no encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) en el grosor del cascarón al incrementar el Pd en la dieta de 0.12% a 0.24% afirman que el nivel de fósforo no mejora el grosor del cascarón, pero si los hace más resistente, evitando la incidencia de de huevos rotos. Un consumo de 201 mg ave⁻¹ d⁻¹ fue suficiente para obtener cascarones con un grosor aceptable, ya que el grosor promedio en los cascarones más delgados fue 0.356 mm en esta investigación y fue mayor al reportado (0.320 mm) para gallinas Hy-Line W-98 (Gordon y Roland 1996).

Según trabajos realizados la cantidad de Pd afecta la masa del huevo. Valdés-Narváez, *et al.* (2006) afirma que la mayor masa de huevo se obtiene con 0.20% de Pd ($P<0.05$), pero similar a la que se obtiene con 0.30% de Pd. La máxima ($P<0.05$) masa del huevo obtuvo de 39 a 46 semanas de edad, después del pico de producción, cuando el peso del huevo fue cercano a 60 g, después empezó a disminuir debido a que el porcentaje de postura disminuye.

En la investigación realizada por Sohail y Roland, (2002), en la que probaron niveles de 0.1 a 0.4% de Pd, encontraron que el nivel óptimo biológico (NOB) para la máxima masa del huevo fue de 0.18% durante todo el ciclo de producción. Esto no significa que las necesidades sean constantes, puesto que en otros estudios se han encontrado que las necesidades de Pd son mayores en gallinas viejas (Sheideler y Shell, 1986). Con los resultados obtenidos por Valdés-Narváez, *et al.* (2006), se puede ver que las necesidades de Pd, serían 155, 175 y 185 mg/día en gallinas de 22 a 30, 31 a 38, y mayores de 39 semanas de edad, respectivamente, considerando la mayor capacidad de consumo de las aves. Lo

cual en la práctica facilita el empleo de un solo nivel de Pd para todo el ciclo de producción, sin necesidad de ajustar el nivel de Pd por fases de alimentación (Keshavarz, 2000).

El nivel de Pd afecta la conversión alimenticia. Según Valdés-Narváez, *et al.* (2006) el nivel de Pd influyó ($P < 0.05$) en la conversión alimenticia, la cual fue menor con 0.30% que con 0.25%, la edad del ave también afectó la CA, ya que se observó un comportamiento superior en las primeras semanas y disminuyó a medida que las gallinas avanzaron en edad, debido a que el consumo aumentó y la masa del huevo se redujo. El nivel Óptimo biológico para la mínima conversión alimenticia fue de 0.18% de Pd que es similar al NOB para la masa del huevo (0.18%) y es igual al nivel óptimo económico (NOE, 0.18%), debido a que las utilidades están determinadas por el consumo de alimento y la masa del huevo, variables que se relacionan para obtener la conversión alimenticia, por lo tanto el NOB Y NOE se optimizan en el primer máximo para el consumo de alimento, masa del huevo y utilidades en el primer mínimo para la CA.

Sohail y Roland, (2002), afirman que cerca del 0.25% de Pd el consumo de alimento y la masa del huevo, disminuyen, mayor a este nivel hay una tendencia a mejorar principalmente la masa del huevo, esto puede deberse a una mejor utilización de la energía, pues el fósforo es parte de la adenosin 5'-trifosfato ó una mayor disponibilidad de minerales de la resorción ósea, por mayor mineralización de los huesos largos.

El porcentaje de producción desde la semana 32 hasta la semana 34, son las semanas donde los porcentajes de producción son mayores con respecto al resto de semanas de edad. Concuere con los obtenidos por Valdés-Narváez, *et al.* (2006) encontró efecto del nivel de Pd en el porcentaje de producción y la edad ($P < 0.05$). La máxima ($P < 0.05$) producción de huevo por día se alcanzó en la semana 31 a la semana 38 de edad, que corresponde con el pico de producción, después disminuyó de forma consistente a medida que las gallinas avanzaron en edad.

Los resultados demuestran que el caso de aquellas dietas a las cuales fue adicionado en un 0.22% de Pd, fueron mejores en el porcentaje de postura e índice de conversión alimenticia respecto a las dietas sin la adición de fósforo. Estos resultados coinciden con los trabajos de Vander Klis *et al* (Cuca, Avila, 1982) quienes concluyeron que dietas de gallinas con 0.12% de Pd no eran suficientes para mantener un óptimo comportamiento productivo en gallinas

de postura. Los signos mas comunes de la deficiencia de fósforo en gallinas de postura se traducen en reducción de la producción Keshavarz (2000).

La obtención de crecimientos y tasas reproductivas satisfactorios, así como el bienestar de aves, dependen del suministro adecuado con la dieta de energía y nutrientes. El P juega un papel destacado en las transformaciones metabólicas de la energía en las células. Puesto que la eficacia de uso del P de la dieta (incluyendo digestión, absorción y metabolismo) es incompleta, la determinación de la proporción realmente utilizada es muy importante (Jongbloed et al, 1992).

La industria avícola juega un papel importante en la conversión de granos y pastas de oleaginosas en huevos y carne. Por lo que constituye, una importante fuente para satisfacer la demanda de proteínas de una población en constante aumento. El P, es un ingrediente proporcionalmente caro en los alimentos para los animales. Por esto, se ha llevado a repensar la nutrición mineral de los animales productivos. Un error en la suplementación por debajo del requerimiento del animal, tendrá efectos generales en la salud, y por lo tanto en el desempeño productivo. Son tres las formas de realizar esto: seleccionar materias primas con valores inherentemente mayores de digestibilidad de fósforo; incrementar la digestibilidad del fósforo de las fuentes vegetales y animales. En particular, con esto último, maximizar la absorción del fósforo por parte del animal, haciendo más eficiente la inversión, y reduciendo la excreción y contaminación. Además, debido a la mejora genética, las gallinas actuales son más productivas y con características diferentes, como menor peso y menor consumo de alimento. Por tal motivo se plantearon los siguiente objetivos de investigación:

Objetivo

Evaluar la adición de fósforo orgánico e inorgánico en dietas de gallinas de postura comercial y su efecto comparativo sobre el rendimiento productivo.

Determinar la eficiencia económica de la adición de fósforo orgánico en dietas de gallinas de postura comercial.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación fue realizado durante los meses de Octubre – Diciembre del 2010 en la Avícola Granja Azul S.A.C. ubicado en el sector campiña Valdivia Baja, distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad.

El periodo experimental fue de 63 días que corresponde al periodo de 32 y 40 semanas de edad de las aves.

2. MATERIALES

2.1.1. Material biológico

Se evaluaron 336 gallinas de postura comercial de la línea genética Hy Line Brown de 32 semanas de edad.

2.1.2. Fuentes de fósforo

- Fósforo Orgánico: Fosfato Bicálcico acción (Ca 29.5%, P 18%)
- Fósforo Inorgánico: Phosbic (Ca 26%, P 18.5%)

2.1.3. Materiales de campo

- Registros productivos
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Par de botas.
- Mascarilla
- 02 Lapiceros

2.1.4. Material de escritorio

- Computadora.
- Impresora.
- Calculadora Científica.
- CDs.
- Papel Bond.

2.1.5. Instalaciones y Equipo

- Jaulas
- Comederos lineales
- Bebederos de tipo líneas de niple.
- Balanza gramera digital (30kg.)
- Calculadora

2.1.6. Material de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el programa Microsoft Excel 2007 y el programa de análisis estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 15.0 para Windows.

2.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.2.1. Selección de Animales

- Se evaluaron 336 gallinas de 32 semanas de edad, procedentes de un mismo lote de crianza, de una misma edad y peso.
- Las aves fueron distribuidas en dos módulos de crianza en jaulas de 92x70.5x45 cm, cuya densidad fue de 6 aves/jaula. Al inicio del trabajo de investigación ambos módulos tuvieron similar porcentaje de producción.
- El grupo control y experimental estuvieron formados por 168 aves cada grupo y fueron criados bajo las mismas condiciones de manejo y sanidad.
- Cada tratamiento fue subdividido en 4 repeticiones de 42 aves por repetición (una unidad experimental), totalizando 8 unidades experimentales.

2.2.2. Distribución de los tratamientos

Los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente como se indica:

Esquema de Campo:

8 unidades experimentales (u.e.)

1 u.e. = 42 aves

T₁	T₂
R1	R4
R4	R1
R2	R3
R3	R2

- **T₀**: Tratamiento control (Adición de fósforo inorgánico en la dieta).
- **T₁**: Tratamiento experimental (Adición de fósforo orgánico en la dieta).

La cantidad de fósforo en la dieta se dio en relación al fósforo total y fósforo disponible en la dieta:

	T ₀	T ₁
Cantidad de fósforo	6.25%	7.483%
Fósforo total	0.7136	0.7140
Fósforo disponible	0.400	0.400

Se utilizó una dieta a base de maíz- soya principalmente como se indica en las tablas 15 y 17 del anexo, con un nivel proteico y energético de 16.18% y 2.8003 Mcal.kg⁻¹ respectivamente y una relación de Ca: P de 5: 1 (Ver Tablas 16 y 18 del anexo).

2.2.3. Monitoreo de los tratamientos y parámetros evaluados

Las gallinas fueron monitoreadas diariamente, durante todo el proceso de la fase experimental (desde la semana 32 hasta la semana 40 de edad) y se evaluó los siguientes parámetros:

• Porcentaje de producción

El porcentaje de producción se evaluó diariamente y al final de cada semana de producción. Se obtuvo sumando el total de huevos producidos durante la semana y dividiendo entre el número total de gallinas al final de cada semana.

$$\% \text{Producción} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de huevos puestos} \times 100}{\text{Saldo de aves al final de cada día}}$$

• Peso de huevo

Los huevos recolectados diariamente para cada tratamiento fueron envasados en casilleros de cartón y luego se pesaron en jabas de 360 huevos, utilizando una balanza digital de 30 kg.

Cada semana de producción se determinó el peso promedio del huevo con los datos recolectados diariamente.

$$\text{Peso de huevo (g)} = \frac{(\text{Peso total de jaba- tara}) \times 1000}{360}$$

- **Masa de huevo**

Se obtuvo la masa de huevo (g/d) al relacionar el % de producción diaria con el peso de huevo.

$$\text{Masa de huevo (kg)} = \frac{\text{Peso de huevo (g)}}{\% \text{ Producción}}$$

- **Porcentaje de huevos rotos, blancos**

Para el porcentaje de huevos rotos, blancos se llevó un registro diario de datos, los cuales semanalmente fueron porcentualmente evaluados de la siguiente manera:

$$\% \text{ Huevos rotos Semanal} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de huevos quiña rotos} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ total de huevos producidos}}$$

- **Conversión alimenticia**

Se obtuvo de la cantidad de alimento consumido y la masa de huevos obtenidos semanalmente.

$$\text{CA} = \frac{\text{Consumo de alimento, kg}}{\text{Masa de huevos, kg}}$$

- **Porcentaje de mortalidad**

Se anotaron diariamente el número de aves muertas, para luego ser expresadas en porcentaje de mortalidad (con respecto a la cantidad de aves iniciales), para su posterior comparación de porcentajes entre tratamientos.

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ aves muertas} \times 100\%}{\text{N}^\circ \text{ total de aves}}$$

- **Evaluación Económica**

Para determinar la eficiencia económica del uso de fuentes de fósforo en dietas de gallinas de postura comercial se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Alimento total consumido (kg)} \times \text{Costo(kg)}}{\text{Masa de huevos, kg}}$$

2.2.4. Evaluación Estadística

Se aplicó la prueba de homogeneidad de varianzas para determinar si existen diferencias entre las medias de los pesos iniciales de los tratamientos. Los Datos colectados fueron sometidos al Análisis de Varianza (ANOVA) para un diseño en bloques completamente al azar, De igual modo, se aplicó la prueba de Comparaciones Múltiples de Duncan al 0.05 nivel de significancia para discriminar el mejor tratamiento para las variables: peso corporal, consumo de alimento, porcentaje de producción, conversión alimenticia, peso del huevo, masa del huevo. Así mismo se aplicó la prueba no paramétrica de Chi-cuadrado para determinar si existen diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de huevos quiñados, huevos blancos, porcentaje de mortalidad de los tratamientos. Los resultados de los análisis estadísticos se muestran en tablas y figuras.

CÁPITULO III

RESULTADOS

3.1. Peso corporal

En la Tabla 1 y Figura 1, se compara y observa los pesos corporales semanales, desde la semana 32 hasta la semana 40 de los tratamientos.

Tabla 1. Peso corporal semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento

EDAD	TRATAMIENTO		Nivel de significancia
	T0	T1	
SEMANA 32	1.914	1.915	
SEMANA 33	1.926	1.925	
SEMANA 34	1.928	1.927	
SEMANA 35	1.933	1.930	
SEMANA 36	1.934	1.939	
SEMANA 37	1.938	1.940	
SEMANA 38	1.942	1.942	
SEMANA 39	1.946	1.948	
SEMANA 40	1.965	1.957	
PROMEDIO	1.9362	1.9359	

Al realizar el análisis de varianza para la variable peso promedio semanal de los tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$).

Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre las semanas edad ($P<0.01$) para el peso corporal. A través de la prueba de Duncan se demuestra que las semanas 32, 33, 34, 35, son estadísticamente iguales, así

como las semanas 35, 36, 37, 38, 39; sin embargo si se presentaron diferencias entre las semanas 32, 36, 40.

La semana 39 y 40 son donde el ave obtiene un mayor peso 1.9465 y 1.9605 kg respectivamente. Las pruebas estadísticas se muestran en las tablas 21 y 22; figura 18 del Anexo.

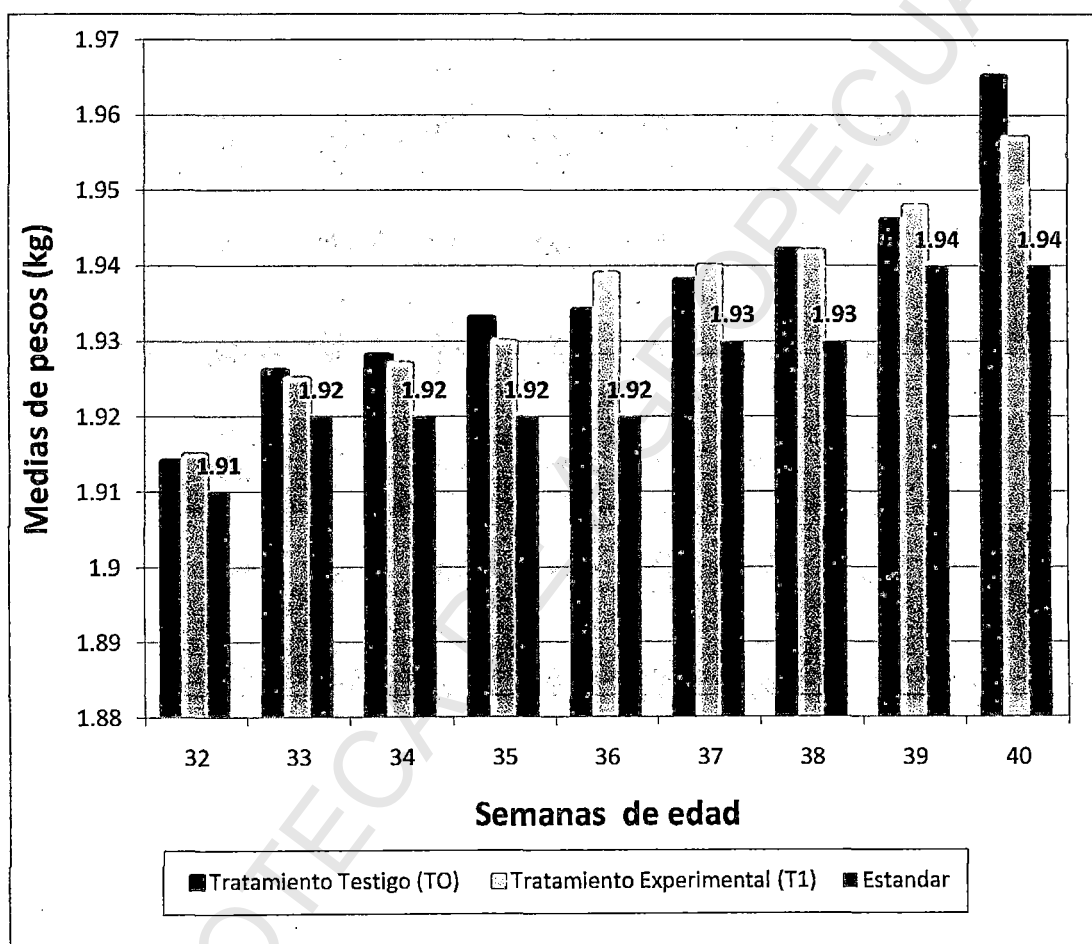


Figura 01. Peso corporal semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento con respecto al estándar.

3.2. Consumo de alimento

En la tabla 2 y Figura 2,3, se compara y observa los promedios y total acumulado de los consumos semanales de ambos tratamientos.

Tabla 2. Consumo promedio semanal de alimento por tratamiento (g.ave⁻¹.día⁻¹)

EDAD	TRATAMIENTO		Nivel de Significancia
	T0	T1	
SEMANA 32	109.86	110.37	
SEMANA 33	110.78	110.78	
SEMANA 34	111.52	111.67	
SEMANA 35	111.77	112.62	
SEMANA 36	112.63	113.77	
SEMANA 37	113.15	114.79	
SEMANA 38	114.88	115.15	
SEMANA 39	115.30	115.94	
SEMANA 40	115.52	116.43	
Total acumulado	1015.41	1021.54	

A excepción de la semana 33 el consumo promedio semanal, del tratamiento T₁ fue mayor con respecto al T₀, con un total acumulado (g.ave⁻¹) de 1021.54 y 1015.41 respectivamente.

Existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y las semanas edad (P<0.05). A través de la prueba de Duncan se observa existe diferencia de consumo de alimento entre semanas de edad, siendo las semanas 38, 39, 40 las de mayores consumos, con 115.02, 115.62, 115.98 g.ave⁻¹.día⁻¹ respectivamente.

Las pruebas estadísticas se muestran en las tablas 23 y 24; figura 19 del Anexo.

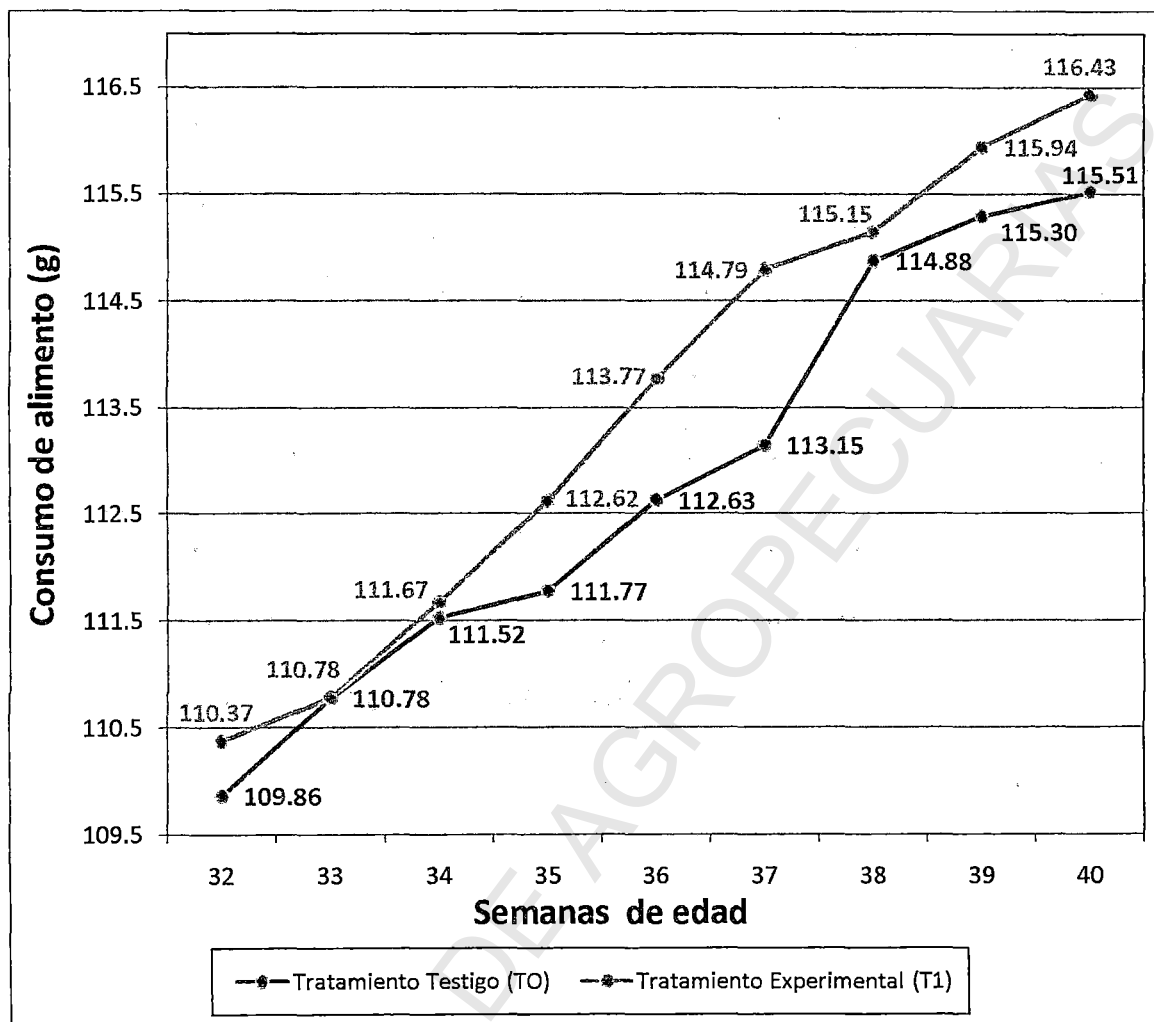


Figura 2. Consumo promedio semanal de alimento por tratamiento ($\text{g.ave}^{-1}.\text{día}^{-1}$).

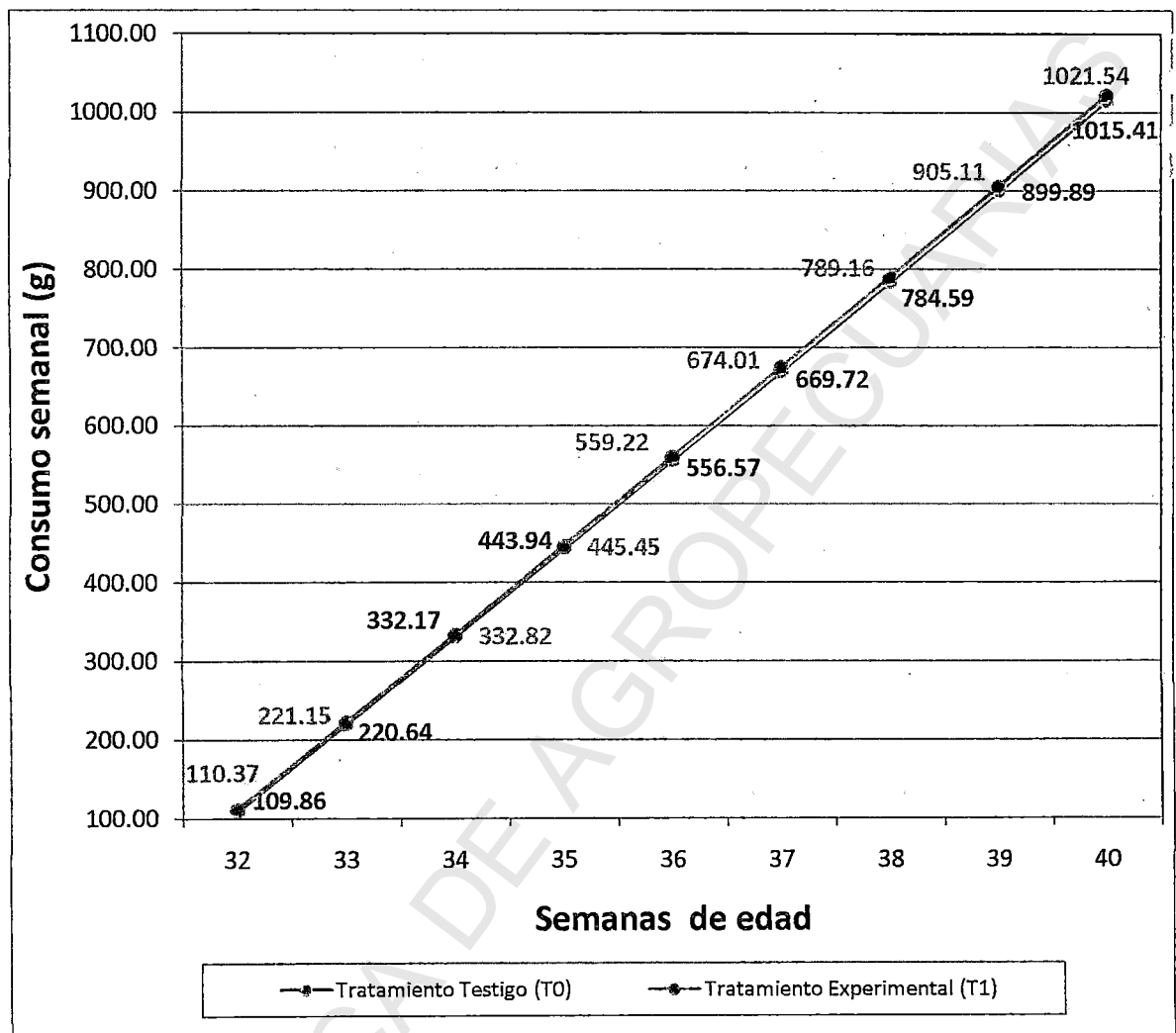


Figura 3. Consumo promedio semanal de alimento acumulado por tratamiento (g. ave⁻¹. día⁻¹).

3.3. Conversión Alimenticia

En la tabla 3 y Figuras 4, se compara y observa la conversión alimenticia semanal y acumulada de ambos tratamientos.

Tabla 3. Conversión alimenticia semanal en gallinas de postura comercial Hy

Line Brown

EDAD	TRATAMIENTO		Nivel de Significancia
	T0	T1	
SEMANA 32	1.879	1.887	
SEMANA 33	1.892	1.899	
SEMANA 34	1.903	1.901	
SEMANA 35	1.922	1.928	
SEMANA 36	1.921	1.955	
SEMANA 37	1.957	1.977	
SEMANA 38	1.974	1.979	
SEMANA 39	1.991	1.989	
SEMANA 40	2.007	2.009	
Promedio	1.938	1.947	

La mejor conversión alimenticia acumulada se encontró en el tratamiento T₀ con 1.938 en comparación al tratamiento T₁ con 1.947; encontrándose diferencias estadísticas significativas (P<0.01) tanto entre tratamientos y entre semanas de edad, con un nivel de significancia de 0.05%.

A través de la prueba de Duncan se observa que la conversión alimenticia desde la semana 32 hasta la semana 34, son estadísticamente iguales entre sí; siendo las semanas de mejor conversión alimenticia con 1.883, 1.8955 y 1.9035 respectivamente (Anexo: tablas 27 y 28; figura 20).

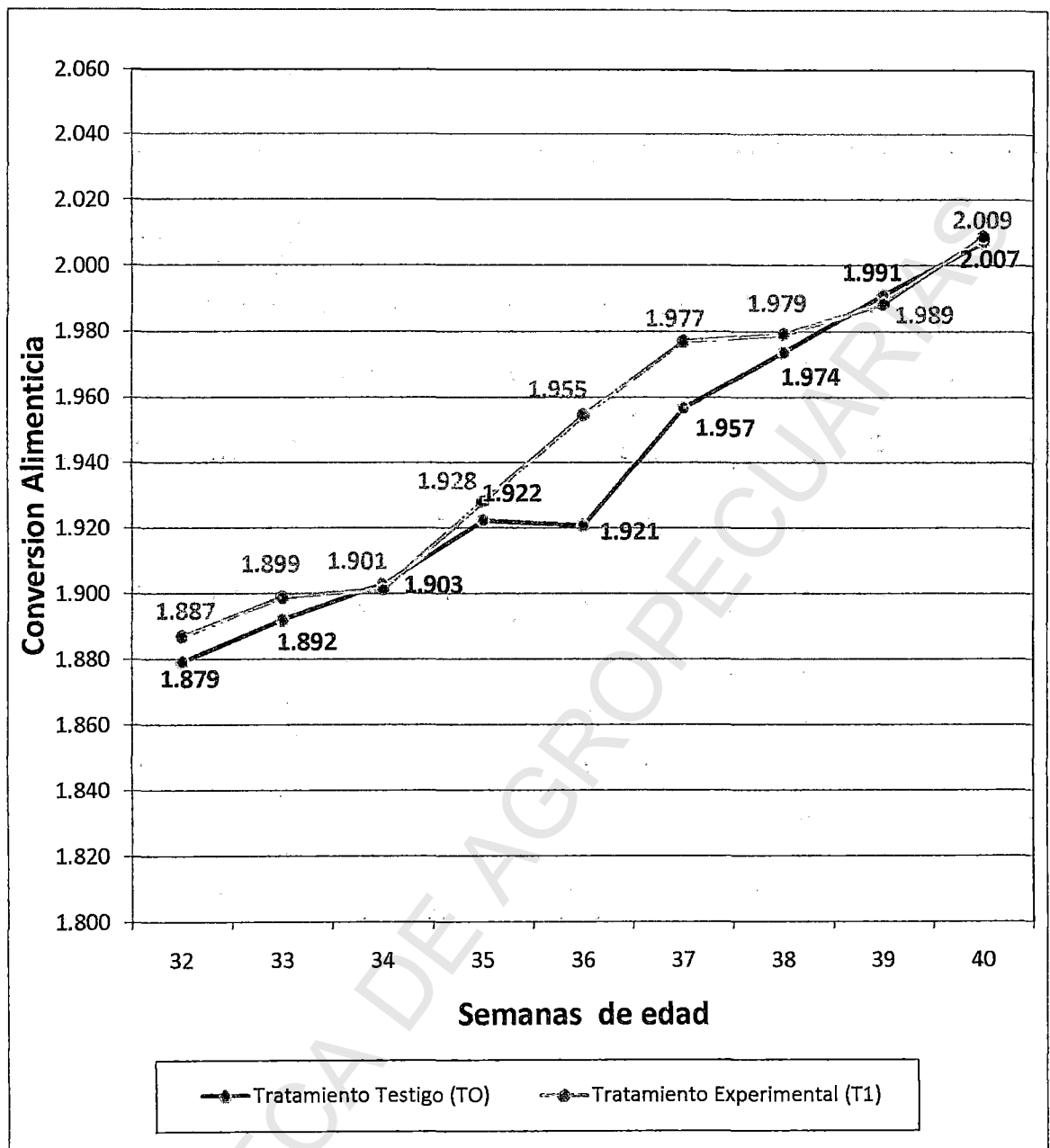


Figura 4. Conversión alimenticia semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.

3.4. Porcentaje de producción

En la tabla 4 y Figuras 5,6, se compara y observa el porcentaje de producción semanal del Tratamiento Control (T_0) y Tratamiento Experimental (T_1), como también el porcentaje promedio de producción para ambos tratamientos.

Tabla 4. Porcentaje de Producción semanal en gallinas de postura comercial Hy

Line Brown

EDAD	TRATAMIENTO		Nivel de Significancia
	T0	T1	
SEMANA 32	94.47	94.54	
SEMANA 33	94.34	94.32	
SEMANA 34	94.55	94.05	
SEMANA 35	93.33	93.57	
SEMANA 36	93.98	93.16	
SEMANA 37	92.19	92.61	
SEMANA 38	92.67	92.55	
SEMANA 39	92.00	92.07	
SEMANA 40	91.15	91.17	
Promedio	93.19	93.12	

No existen diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) entre tratamientos, siendo el porcentaje de producción promedio de 93.19 en el tratamiento T_0 y con un 93.12 el T_1 ; sin embargo; existen diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre semanas de edad, con un nivel de significancia de 0.05%.

A través de la prueba de Duncan se observa que al menos una semana es diferente, el porcentaje de producción desde la semana 32 hasta la semana 34, son las semanas donde los porcentajes de producción son mayores con respecto al resto de semanas de edad (Anexo: Tablas 27 y 28; figura 21).

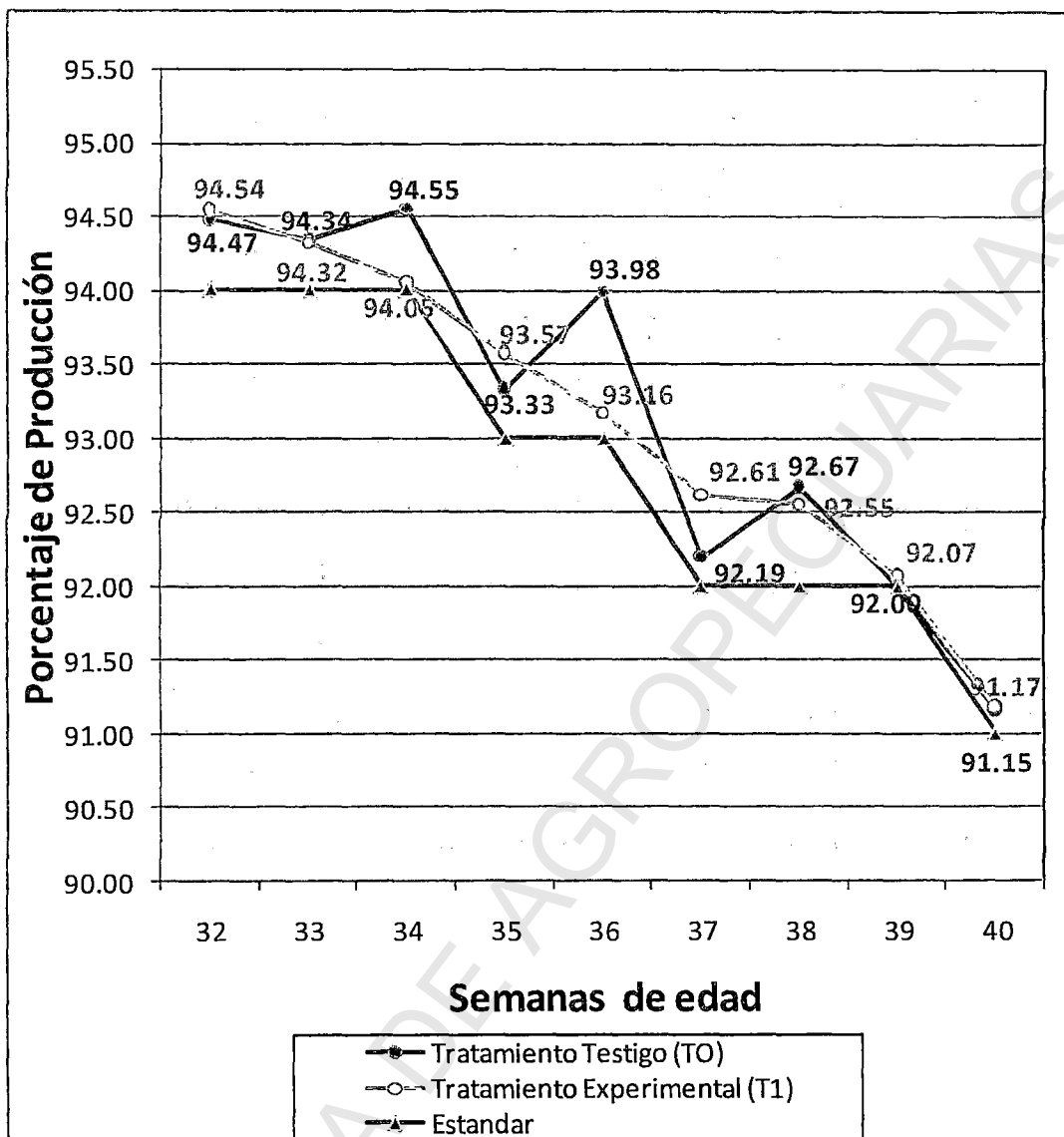


Figura 5. Porcentaje de producción semanal de gallinas de postura comercial Hy

Line Brown por tratamiento.

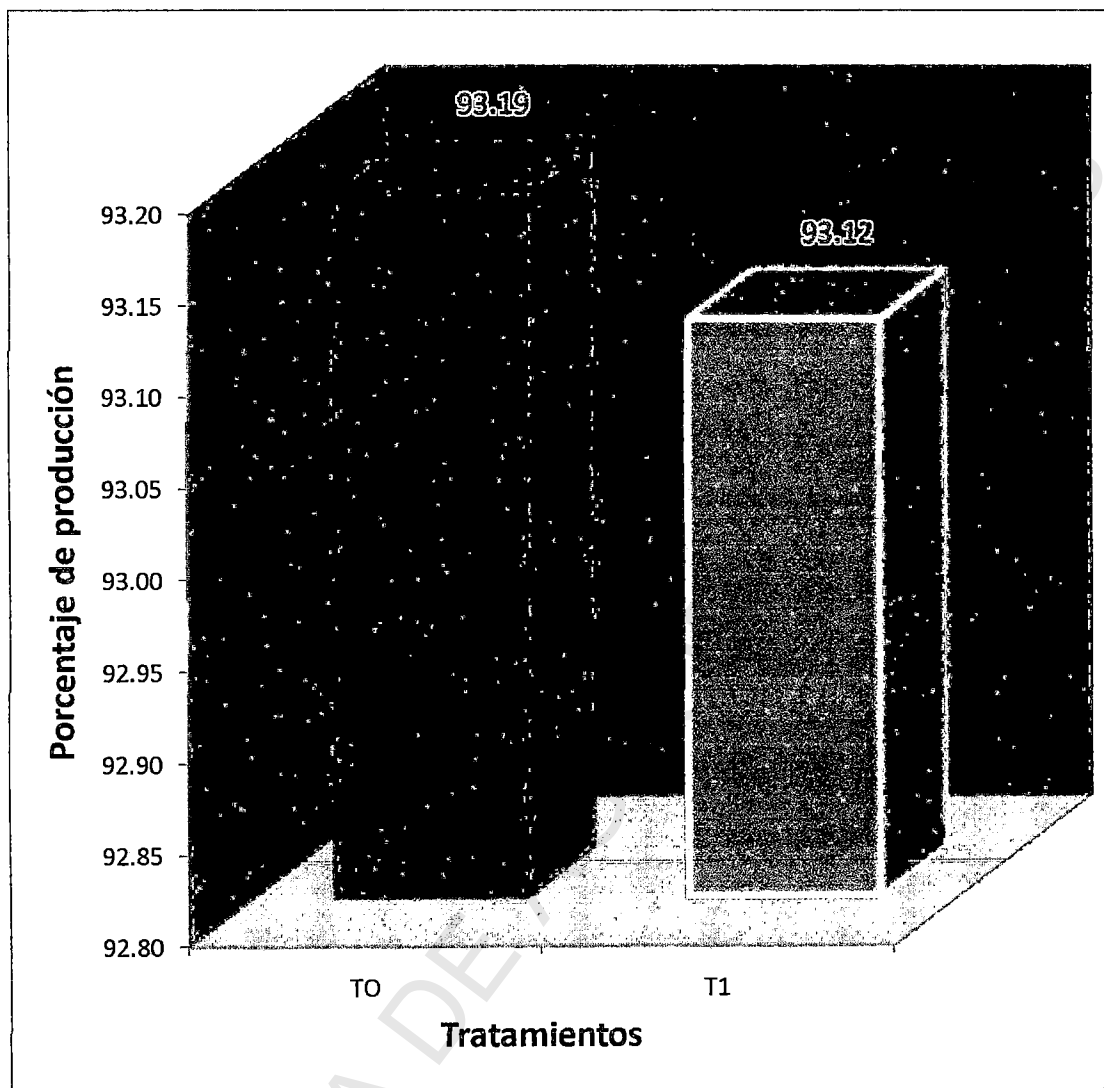


Figura 6. Porcentaje promedio de producción en gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.

BIBLIOTECA DIGITAL

3.5. Peso promedio del huevo

En la tabla 5 y Figuras 7,8, se compara y observa los pesos promedio del huevo entre el Tratamiento Control (T₀) y Tratamiento Experimental (T₁).

Tabla 5. Peso promedio semanal (g) de huevos en gallinas de postura comercial

Hy Line Brown

EDAD	TRATAMIENTO		Nivel de Significancia
	T0	T1	
SEMANA 32	61.94	62.08	
SEMANA 33	62.22	62.22	
SEMANA 34	62.31	62.61	
SEMANA 35	62.36	62.64	
SEMANA 36	62.50	62.86	
SEMANA 37	62.78	62.92	
SEMANA 38	62.92	63.19	
SEMANA 39	63.06	63.61	
SEMANA 40	63.19	63.75	
Promedio	62.59	62.88	P<0.05

El peso promedio semanal (g) del tratamiento T₁ fue mayor con respecto al tratamiento T₀, con un peso promedio de 62.88 y 62.59 g respectivamente.

Existen diferencias estadísticas significativas (P<0.05) en el peso promedio semanal de huevos entre tratamientos y entre semanas de edad. A través de la prueba de Duncan se observa, que al menos una semana es diferente siendo las semanas 38,39 y 40 donde el peso del huevo son mejores con 63.0550, 63.3350 y 63.4700 g. respectivamente.

Las pruebas estadísticas se muestran en las tablas 29 y 30; figura 22 del Anexo.

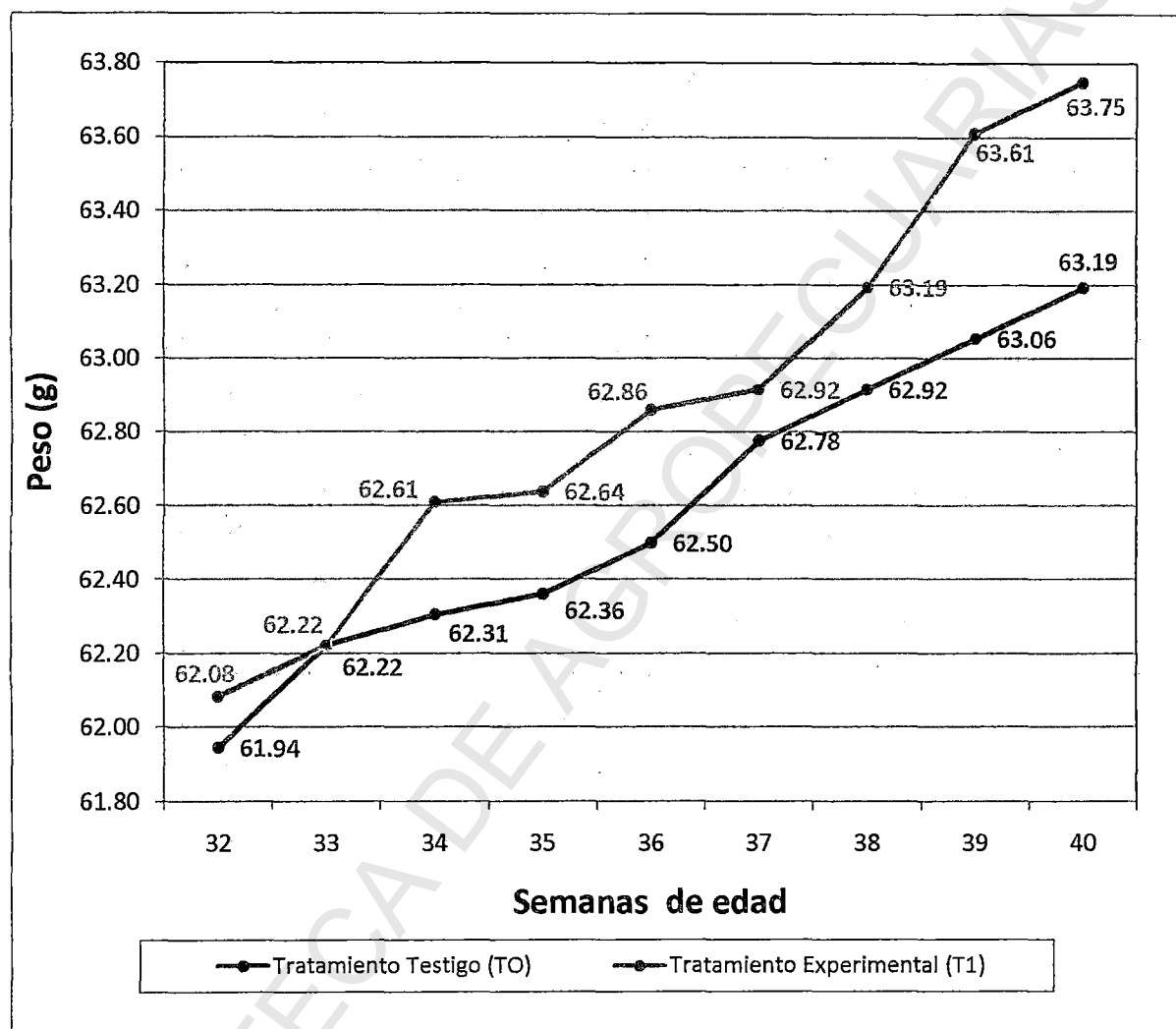


Figura 7. Peso promedio de huevos de gallinas de postura comercial Hy Line

Brown por tratamiento.

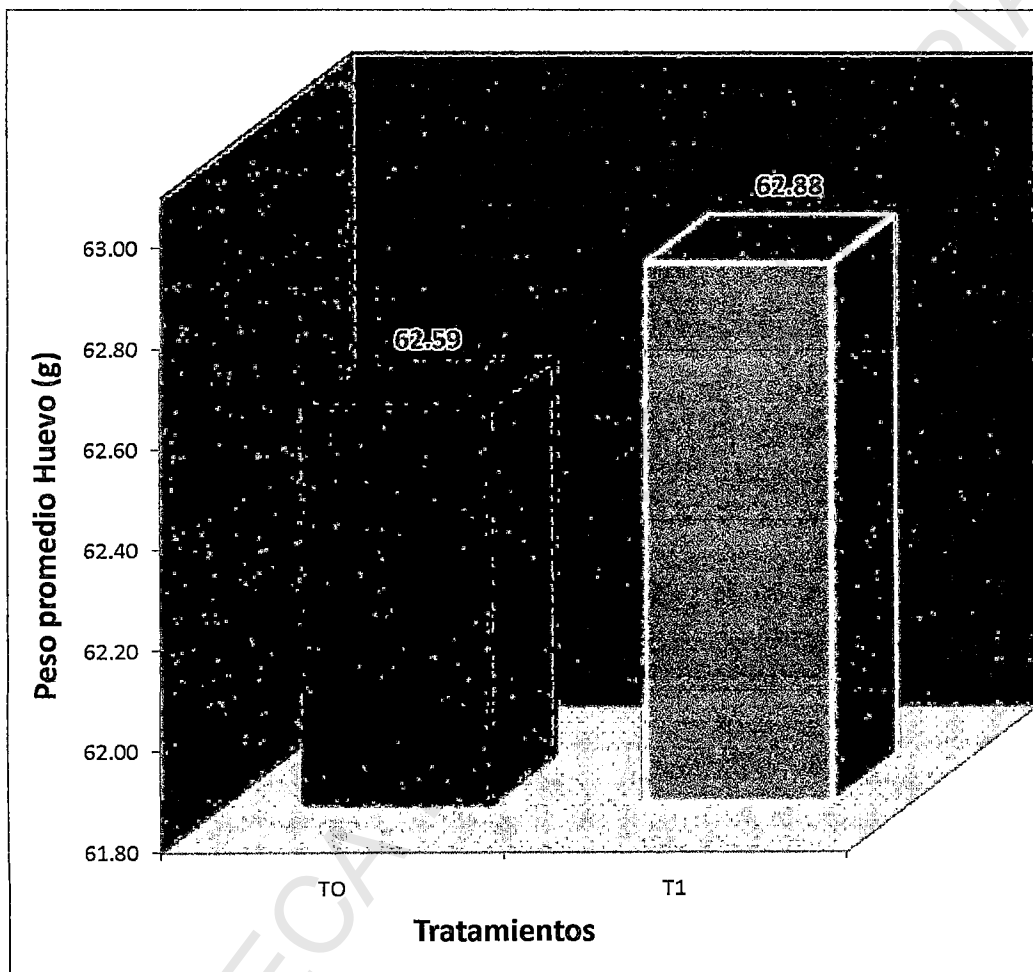


Figura 8. Peso promedio de huevos de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.

3.6. Masa de Huevo

En la tabla 6 y Figuras 9,10, se compara y observa la masa de huevos por gallina alojada desde la semana 32 hasta la semana 40 de edad por tratamiento.

Tabla 6. Masa de huevo (g) de gallinas de postura comercial Hy Line Brown

EDAD	TRATAMIENTO		Nivel de Significancia
	T0	T1	
SEMANA 32	65.571	65.669	
SEMANA 33	65.956	65.969	
SEMANA 34	65.896	66.575	
SEMANA 35	66.820	66.942	
SEMANA 36	66.504	67.474	
SEMANA 37	68.094	67.936	
SEMANA 38	67.895	68.279	
SEMANA 39	68.538	69.092	
SEMANA 40	69.328	69.923	
Promedio	67.178	67.540	

A excepción de la semana 33 la masa promedio semanal (g) del tratamiento T₁ fue mayor con respecto al tratamiento T₀. La masa de huevo promedio para el tratamiento T₁ refleja un mayor valor de 67.540 g en relación a 67.178 g del tratamiento T₀.

Existen diferencias estadísticas significativas (P<0.01) en la masa de huevos por gallina alojada, entre tratamientos y entre semanas de edad. A través de la prueba de Duncan se observa que la semana 40 es donde la masa del huevo es mayor al resto de semanas con 69.923g.

Las pruebas estadísticas se muestran en las tablas 31 y 32; figura 23 del Anexo.

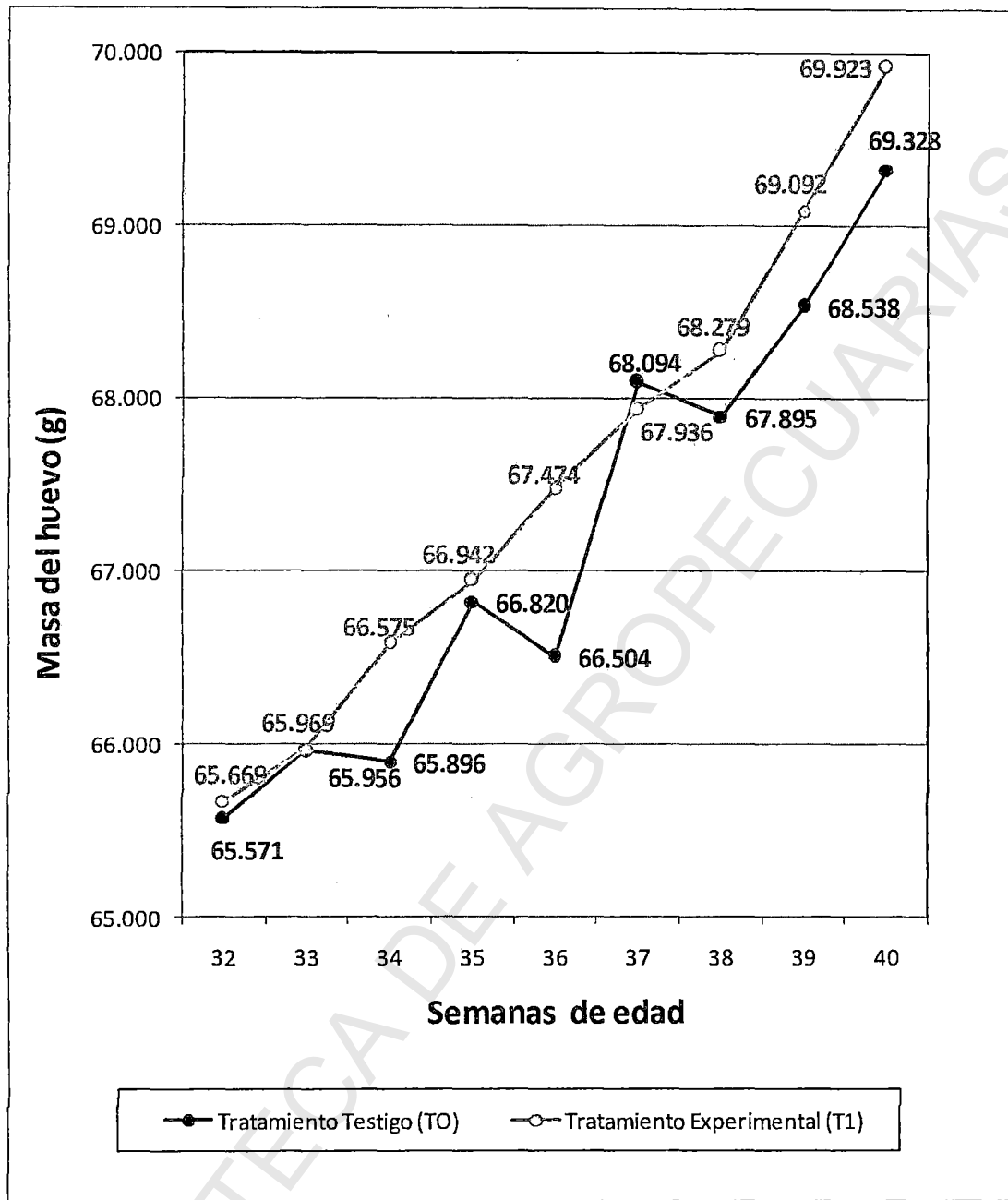


Figura 9. Masa semanal de huevo (g) promedio semanal en gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.

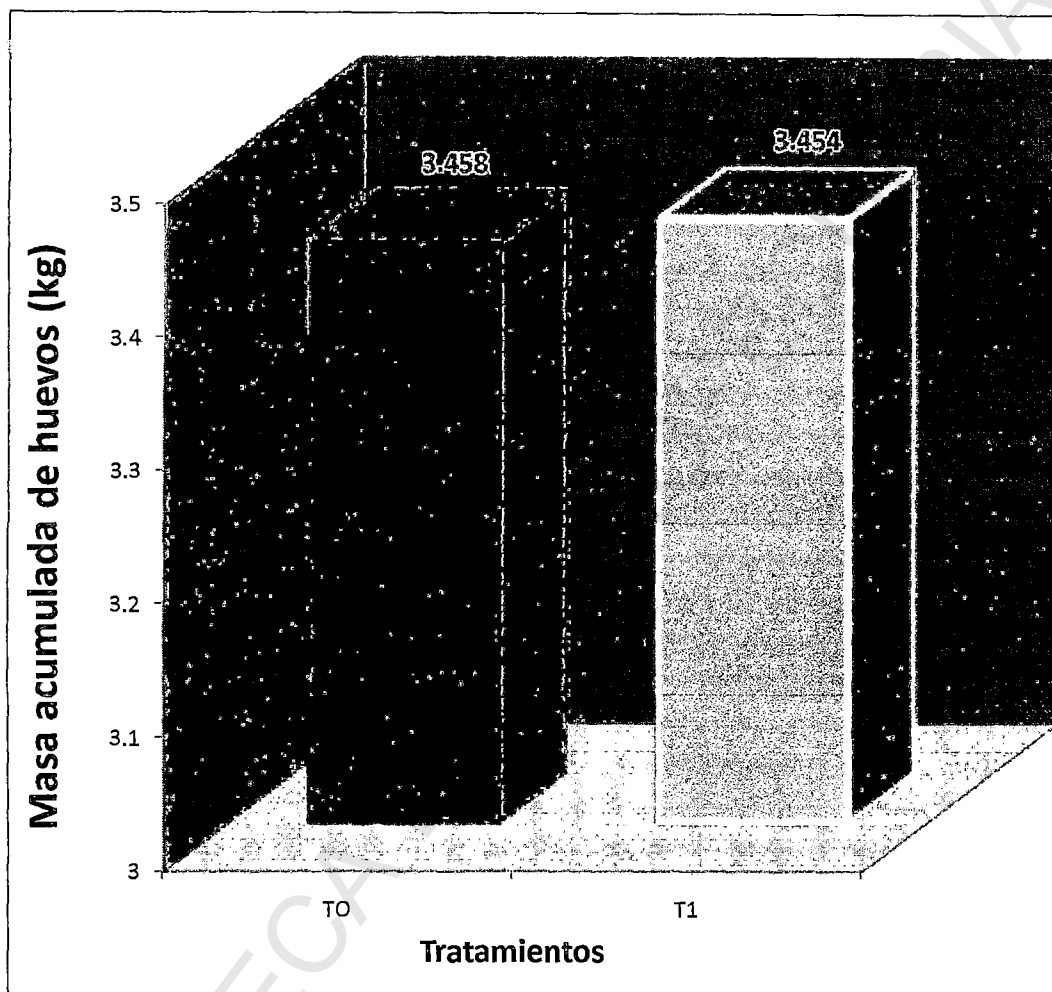


Figura 10. Masa acumulada de huevos por gallina alojada de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.

3.7. Porcentaje de huevos rotos

En la tabla 7 y Figuras 11, 12, se compara y observa el porcentaje semanal y promedio de huevos rotos por tratamiento.

Tabla 7. Porcentaje semanal y promedio de huevos rotos en gallinas de postura comercial Hy Line Brown

EDAD	TRATAMIENTO		Nivel de Significancia
	T0	T1	
SEMANA 32	0.632	0.633	
SEMANA 33	0.545	0.547	
SEMANA 34	0.556	0.642	
SEMANA 35	0.460	0.371	
SEMANA 36	0.563	0.565	
SEMANA 37	0.472	0.474	
SEMANA 38	0.477	0.479	
SEMANA 39	0.387	0.385	
SEMANA 40	0.396	0.394	
%Promedio de huevos quiñados	0.499	0.499	

Se observa que a partir de la semana 36 de producción existe una disminución general en el porcentaje de huevos quiñados en el tratamiento experimental

No existen diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) entre tratamientos, observando que ambos tratamientos tienen un promedio de 0.499% de huevos rotos.

Las pruebas estadísticas se muestran en la tabla 33; figura 24 del Anexo.

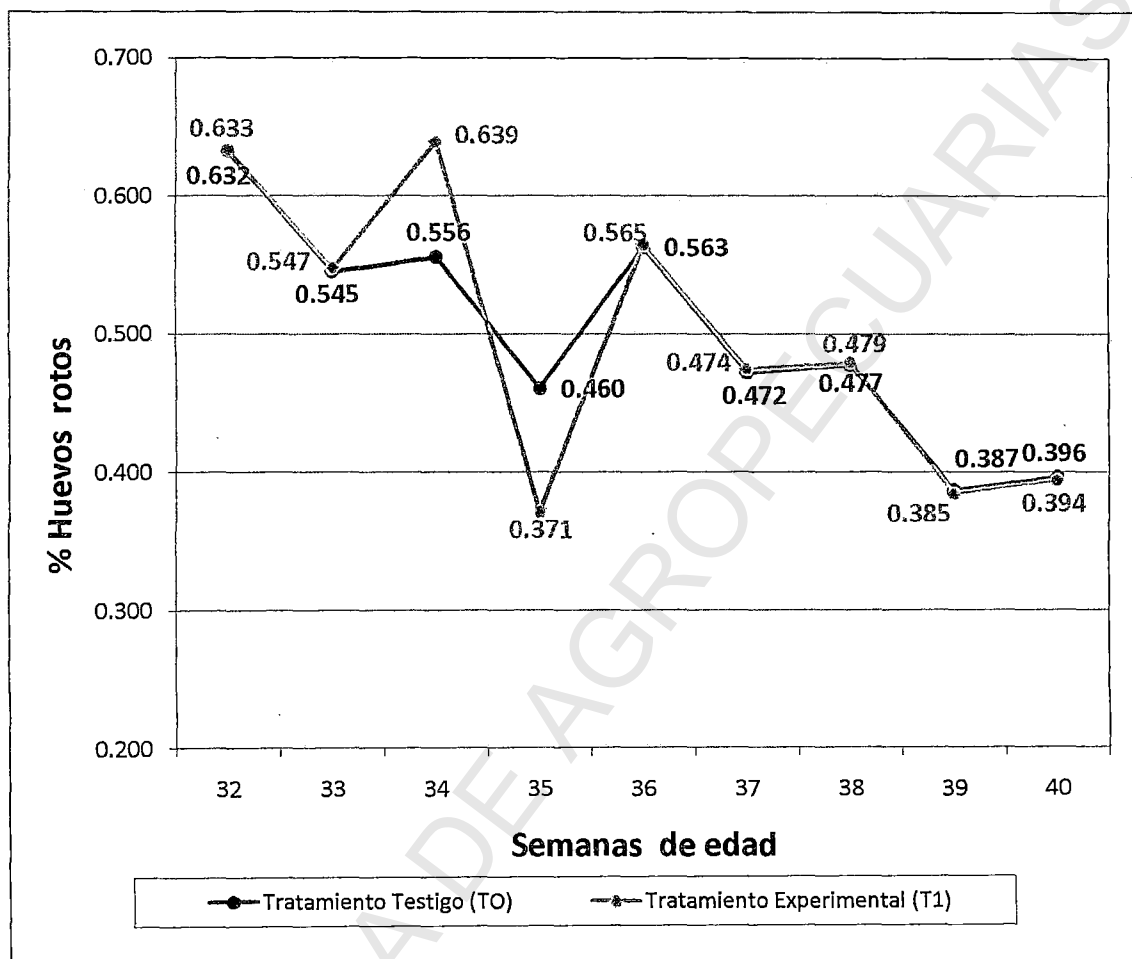


Figura 11. Porcentaje semanal de huevos rotos de gallinas de postura comercial

Hy Line Brown por tratamiento.

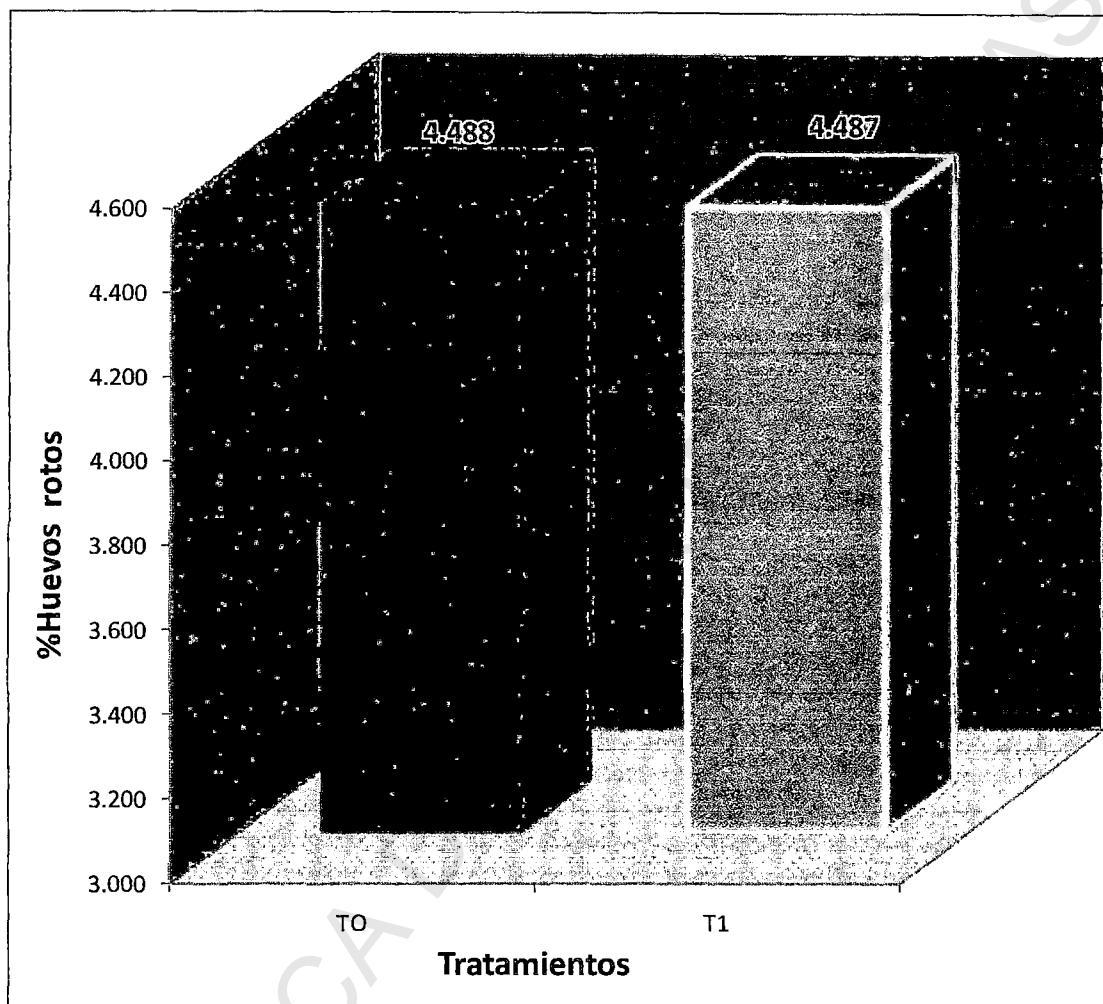


Figura 12. Porcentaje promedio de huevos rotos de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.

3.8. Porcentaje de Huevos Blancos

En la tabla 8 y Figuras 13,14, se compara y observa el porcentaje semanal y promedio de huevos blancos por tratamiento.

Tabla 8. Porcentaje semanal y promedio de huevos blancos en gallinas de postura comercial Hy Line Brown

EDAD	TRATAMIENTO		Nivel de Significancia
	T0	T1	
SEMANA 32	1.35	1.44	
SEMANA 33	1.33	1.37	
SEMANA 34	1.19	1.10	
SEMANA 35	1.16	1.21	
SEMANA 36	1.21	1.13	
SEMANA 37	1.14	0.85	
SEMANA 38	0.95	0.86	
SEMANA 39	0.86	0.97	
SEMANA 40	0.73	0.69	
% Promedio de Huevos Blancos	1.10	1.07	

Se observa una disminución significativa tanto en el porcentaje de huevos blancos semanal y el porcentaje promedio de huevos blancos de ambos tratamientos.

No existe diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) entre tratamientos, observando que el porcentaje acumulado de huevos blancos por tratamiento fue de 9.62% para el tratamiento T₁ y 9.93% para el tratamiento T₀.

Las pruebas estadísticas se muestran en la tabla 34; figura 25 del Anexo.

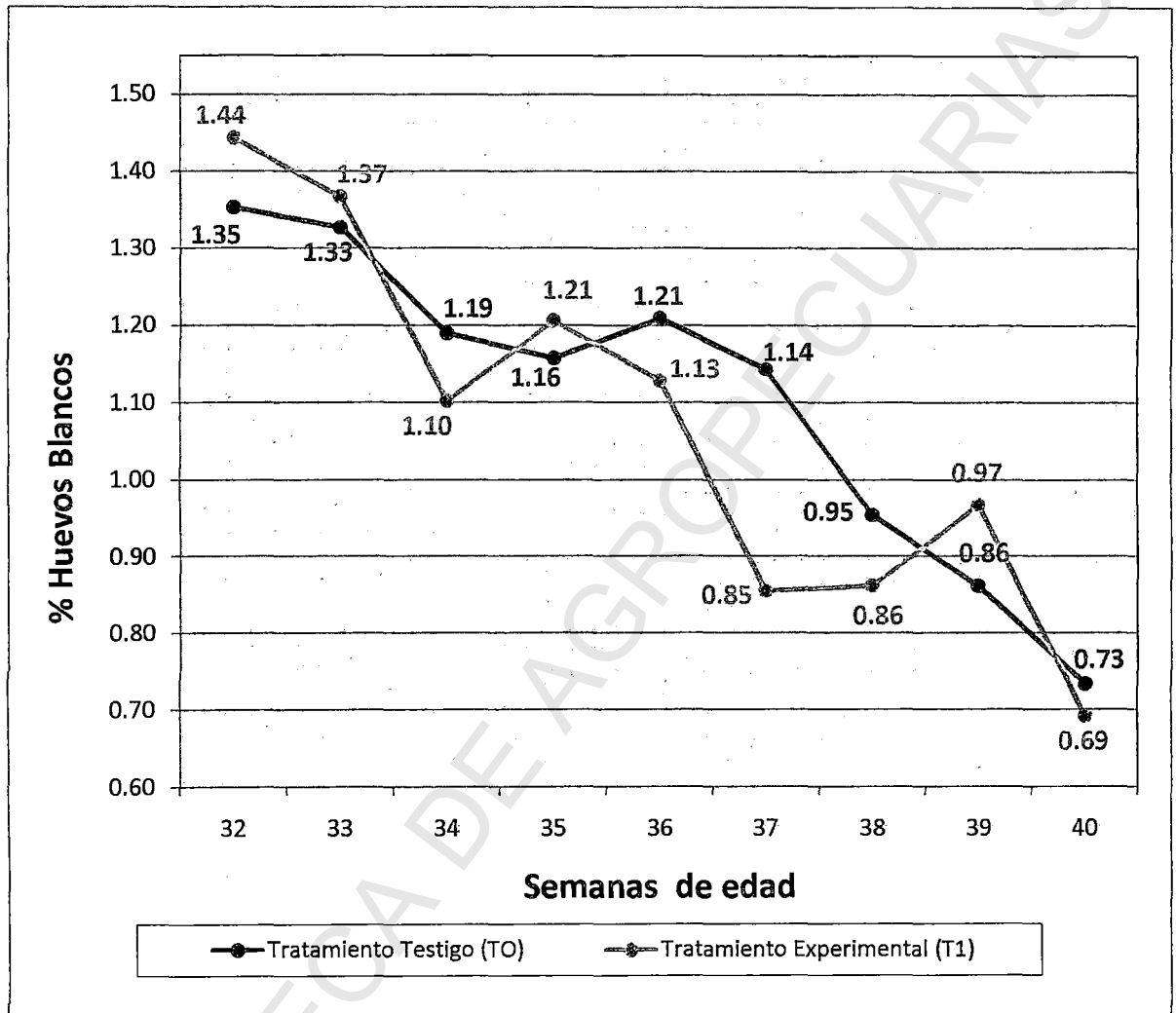


Figura 13. Porcentaje semanal de huevos blancos de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.

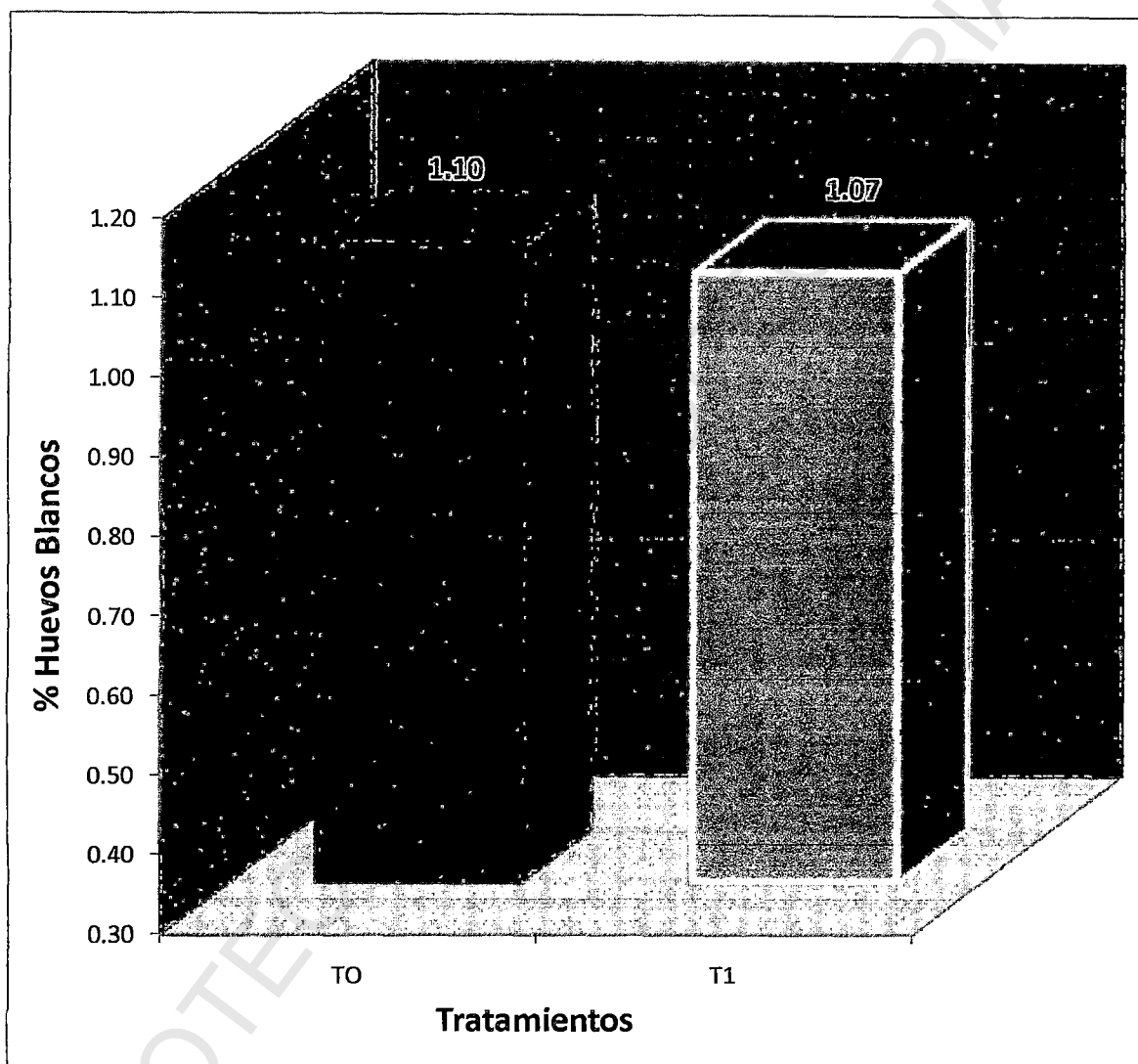


Figura 14. Porcentaje promedio de huevos blancos de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.

3.9. Porcentaje de mortalidad

En la tabla 9 y Figuras 15,16, se compara y observa el porcentaje semanal y acumulado de mortalidad por tratamiento.

Tabla 9. Porcentaje semanal y acumulado de mortalidad en gallinas de postura comercial Hy Line Brown

EDAD	TRATAMIENTO		Nivel de Significancia
	T0	T1	
SEMANA 32	0.60	0.60	
SEMANA 33	0.60	0.60	
SEMANA 34	0.60	0.60	
SEMANA 35	0.61	0.61	
SEMANA 36	0.61	0.61	
SEMANA 37	0.61	0.61	
SEMANA 38	0.62	0.62	
SEMANA 39	0.62	0.62	
SEMANA 40	0.63	1.26	
% Mortalidad Acumulada	5.49	6.12	

Durante las 9 semanas de producción se observa que el porcentaje de mortalidad es similar entre ambos tratamientos. No existe diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre tratamientos, presentando el tratamientos T₁ con 6.12% y el tratamiento T₀ 5.49% mortalidad acumulada, durante las 9 semanas de prueba las cuales son menores al estándar (10.40%).

Las pruebas estadísticas se muestran en la tabla 35; figura 26 del Anexo.

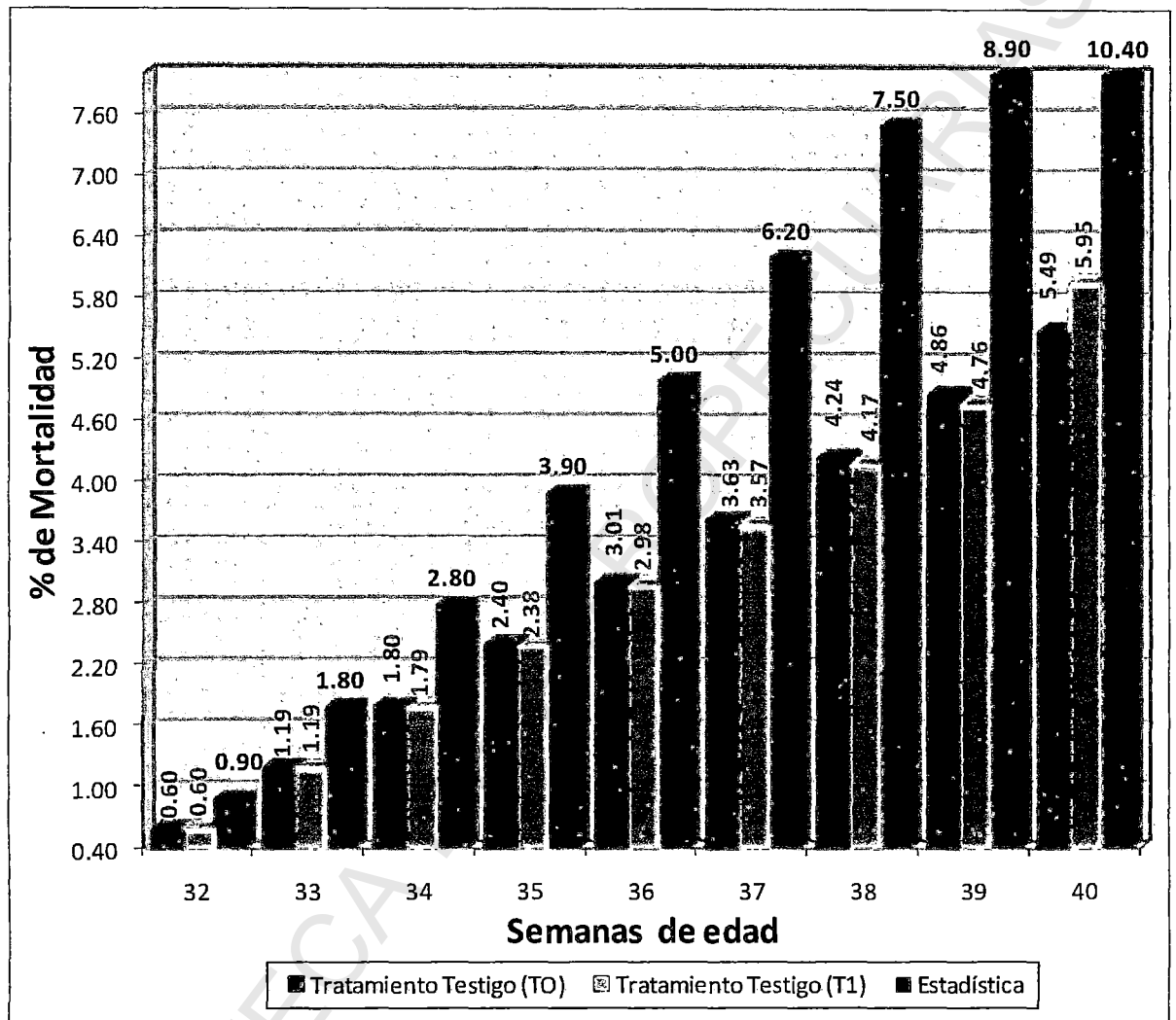


Figura 15. Porcentaje de mortalidad acumulada semanal de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.

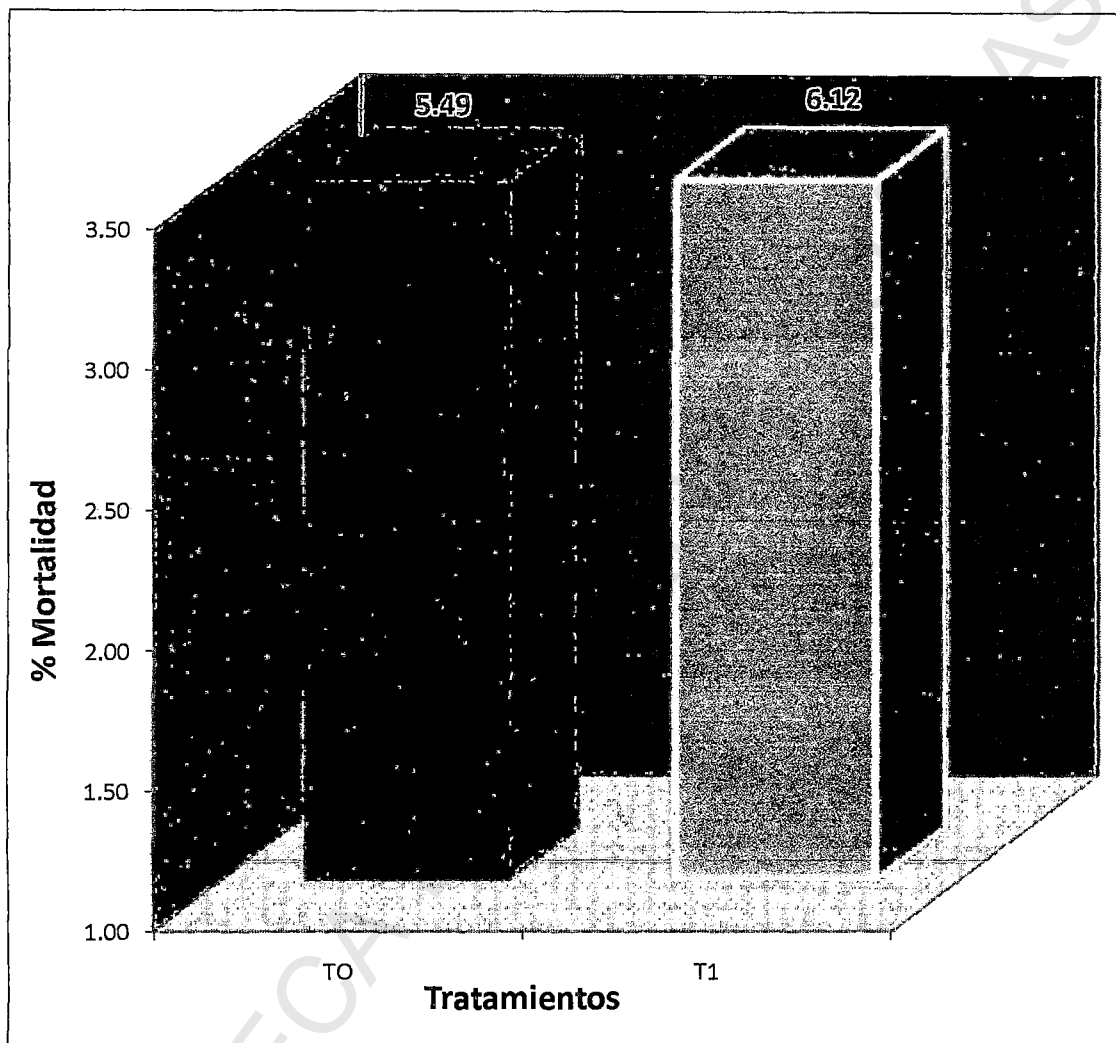


Figura 16. Porcentaje acumulado promedio de mortalidad de gallinas de postura comercial Hy Line Brown por tratamiento.

3.11. Evaluación económica

En la tabla 10, se presenta la evaluación económica de la adición de fósforo orgánico e inorgánico en dietas de gallinas de postura comercial Hy Line Brown.

Tabla 10. Evaluación económica de la adición de fósforo orgánico e inorgánico en dietas de gallinas de postura comercial Hy Line Brown

PARÁMETROS	TRATAMIENTO	
	T0 Adición de fósforo Inorgánico	T1 Adición de fósforo Orgánico
Consumo total de alimento	1165.380	1171.570
Total (kg) masa huevos producidos	1201.478	1201.965
Conversión Alimenticia	1.938	1.947
Costo de ración	0.971	0.971
Costo de fuente de fósforo/Kg alimento	0.016	0.013
Costo/kg de alimento	0.987	0.984
Porcentaje de mortalidad	5.49	6.12
Eficiencia económica	0.958	0.959

Se observan las eficiencias económicas de ambos tratamientos, T₁ 0.959 y 0.958 el tratamiento T₀.

La eficiencia económica del tratamiento T₁ es 0.16% superior respecto a la de el tratamiento control (T₀).

CAPITULO IV

DISCUSION

4.1. Ganancia de peso corporal

En la Tabla 1 y Figura 1, se compara y observa los resultados obtenidos sobre el peso corporal, desde la semana 32 hasta la semana 40 que son mayores al estándar para la línea genética, lo cual probablemente se deba a la cantidad de fósforo disponible en la dieta, y el buen estado sanitario de las aves encontrado luego del trabajo de necropsia donde se reviso el tracto gastrointestinal y glándulas linfocitarias.

Al realizar el análisis de varianza para la variable peso promedio semanal de los tratamientos no se encontró diferencia estadística significativa ($P>0.05$); Sin embargo existe diferencia estadística altamente significativa entre semanas edad, ($P<0.01$).

La semana 39 y 40 son las semanas donde el ave obtiene un mayor peso, así el tratamiento T₀ (Adición de fósforo inorgánico) con 1.9465 kg, y el tratamiento T₁ 1.9605 kg.

Lo señalado concuerda con Gutiérrez, et al, (2002), donde afirman que sólo se encontraron diferencia en la ganancia de peso entre periodos los cuales no necesariamente son atribuibles al fósforo disponible, concordante también con Valdés-Narváez, *et al.*, (2006), quienes realizaron un trabajo en gallinas leghorn blanca de la línea Hy- Line W36 desde la semana 22 a la semana 46 donde no encontró efecto de la interacción del nivel de fósforo aparente proveniente de fuentes inorgánicas sobre la ganancia de peso corporal en aves desde la semana 32 hasta la semana 46.

Los resultados obtenidos se explicarían también por los resultados obtenidos por Jongbloed et al. (1992) quienes afirman que el crecimiento y tasas reproductivas satisfactorios, así como el bienestar de aves, dependen del suministro adecuado con la dieta de energía y nutrientes. El P juega un papel destacado en las transformaciones metabólicas de la energía en las células. Puesto que la eficacia de uso del P de la dieta (incluyendo digestión,

absorción y metabolismo) es incompleta, la determinación de la proporción realmente utilizada es muy importante.

3.2. Consumo de alimento

Como se muestra en la tabla 2, hay un aumento del consumo de alimento siendo esto significativo ($p>0.05$), las semanas 38, 39, 40 son las de mayor consumo, con 115.0150, 115.6200, 115.9750 g/ave/día respectivamente, resultados que son semejantes a los encontrados por Valdés-Narváez, *et al.*(2006), quienes en un estudio realizado, encontraron diferencia del consumo de alimento por el efecto del nivel de Pd; con 0.15% de Pd las gallinas consumieron 2 g/d menos alimento que con 0.20% de Pd (durante las 32 a 46 semanas de edad) el consumo de alimento se incrementó ($P>0.05$) de 96 a 100g, después se estabilizó hasta el final de experimento en 102 g. El consumo de alimento se incremento ($P>0.05$) a medida que el nivel de Pd en la dieta fue mayor, lo que corresponde con un diseño de la investigación.

Lo señalado concuerda con Usayaran y Balnave, 1995 quienes encontraron que con menos de 0.20% de Pd el consumo de alimento disminuye, sobre todo si se llega a 0.10%, cuando presenta esta deficiencia de fósforo, y las reservas corporales de fósforo de la gallina disminuyen; esto ocurre en gallinas jóvenes después de 12 semanas y en gallinas viejas a la segunda semana de consumir una dieta deficiente en fósforo (Sohail y Roland, 2002). Son concordantes también con lo reportado por Valdés-Narváez, *et al.* (2006) quienes evaluaron en 0.15% de Pd, por lo que no se observaron síntomas de deficiencia, pero sí disminuyó el consumo de alimento y 0.15% de Pd fue un nivel marginal.

3.3. Conversión alimenticia

En la tabla 3 y Figuras 4, se observa la conversión alimenticia semanal y acumulada de ambos tratamientos, La mejor conversión alimenticia acumulada se encontró en el tratamiento T_0 con 1.938 en comparación al tratamiento T_1 con 1.947; encontrándose diferencias estadísticas altamente

significativas ($P>0.01$) tanto entre tratamientos; así como entre semanas de edad, se observa que la conversión alimenticia desde la semana 32 hasta la semana 34 son las mejores las cuales coinciden con el inicio del pico de producción. Estos resultados son similares a los obtenidos por Valdés-Narváez, *et al.* (2006) quienes reportan que la conversión alimenticia en gallinas de 31 a 38 semanas de edad, fueron menores con 0.30% que con 0.25% (1.83, 1.85 respectivamente), la edad del ave también afectó la CA, ya que se observó un comportamiento superior en las primeras semanas y disminuyó a medida que las gallinas avanzaron en edad, debido a que el consumo aumentó y la masa del huevo se redujo.

3.4. Porcentaje de producción

Los resultados obtenidos para el porcentaje de producción que se muestra en la tabla 4, donde se observa que no existen diferencias entre fuentes de fósforo, pero si existen diferencias ($P<0.05$) entre semanas de edad, con un nivel de significancia de 0.05%. El porcentaje de producción desde la semana 32 hasta la semana 34, son las semanas donde los porcentajes de producción son mayores con respecto al resto de semanas de edad. Concordando con los resultados obtenidos por Valdés-Narváez, *et al.* (2006), quienes encontraron efecto del nivel de Pd en el porcentaje de producción y la edad ($P<0.05$). La máxima ($P<0.05$) producción de huevo por día se alcanzó en la semana 31 a la semana 38 de edad, que corresponde con el pico de producción, después disminuyó de forma consistente a medida que las gallinas avanzaron en edad. Los resultados demuestran que el caso de aquellas dietas a las cuales fue adicionado en un 0.22% de Pd, fueron mejores en el porcentaje de postura e índice de conversión alimenticia respecto a las dietas sin la adición de fósforo. Los resultados obtenidos en la presente investigación coinciden con los trabajos de Vander Klis *et al.*, 1996 (Cuca, Avila, 1982), quienes concluyeron que dietas de gallinas con 0.12% de Pd no eran suficientes para mantener un óptimo comportamiento productivo en gallinas de postura. Sostenido también por Keshavarz (2000), dice que los signos más comunes de la deficiencia de fósforo en gallinas de postura se traducen en reducción de la producción.

3.5. Masa de huevo por gallina alojada

Los resultados obtenidos para en la masa de huevos por gallina alojada, (tabla 6 y figuras 9,10) donde se compara y observa la masa de huevos por gallina alojada desde la semana 32 hasta la semana 40 de edad a excepción de la semana 33 la masa promedio semanal (Kg) del tratamiento T_1 fue mayor con respecto al tratamiento T_0 . La masa de huevos acumulados para el tratamiento T_1 refleja un mayor valor de 3.454 kg en relación a 5.535 kg del tratamiento T_0 .

Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Valdés-Narváez, *et al.* (2006) quienes afirman que la mayor masa de huevo se obtiene con 0.20% de Pd ($P<0.05$), y con 0.30% de Pd. La máxima ($P<0.05$) masa del huevo lo obtuvo de 39 a 46 semanas de edad, después del pico de producción, cuando el peso del huevo fue cercano a 60 g, después empezó a disminuir debido a que el porcentaje de postura disminuye. Concordantes también con la investigación realizada por Sohail y Roland, (2002), en la que probaron niveles de 0.1 a 0.4% de Pd, encontrando que el nivel óptimo biológico (NOB) para la máxima masa del huevo fue de 0.18% durante todo el ciclo de producción. Opinan que no significa que las necesidades sean constantes, concordantes a su vez con otros estudios como el de Sheideler y Shell, 1986 se han encontrado que las necesidades de Pd son mayores en gallinas viejas. Los resultados son concordantes con lo que afirman Sohail y Roland, (2002), quienes sustentan que con 0.25% de Pd el consumo de alimento y la masa del huevo, disminuyen, mayor a este nivel hay una tendencia a mejorar principalmente la masa del huevo, esto puede deberse a una mejor utilización de la energía, pues el fósforo es parte de la adenosin 5'-trifosfato ó una mayor disponibilidad de minerales de la resorción ósea, por mayor mineralización de los huesos largos.

3.7. Porcentaje de huevos rotos

En la tabla 7 y Figuras 11,12, sobre el porcentaje semanal y promedio de huevos rotos por tratamiento los resultados obtenidos muestran que no existe diferencia entre las dos fuentes de fósforo ($P>0.05$), resultado que

concuenda con el trabajo reportado por Usayran y Balnave (1995) quienes no encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) en el grosor del cascarón al incrementar el Pd en la dieta de 0.12% a 0.24% afirman que el nivel de fósforo no mejora el grosor del cascarón, pero si los hace más resistente, evitando la incidencia de de huevos rotos.

Una deficiencia de fósforo afecta negativamente la calidad del cascarón, producción y tamaño del huevo, e incrementa la excreción de calcio en la orina. El exceso de fósforo disminuye la densidad del cascarón, producción y calidad de huevo e incrementa el costo de la dieta (Gordon y Roland 1996).

3.11. Evaluación Económica

La evaluación económica de la adición de fósforo orgánico e inorgánico en gallinas de postura comercial indica las eficiencias económicas de ambos tratamientos, T_1 0.959 y 0.958 el tratamiento lo cual es concordante con lo reportados por Valdés-Narváez, *et al.* (2006), quienes afirman que el nivel Optimo para la mínima conversión alimenticia, es similar para la masa del huevo y es igual al nivel óptimo económico, debido a que las utilidades están determinadas por el consumo de alimento y la masa del huevo, variables que se relacionan para obtener la conversión alimenticia, por lo tanto el NOB Y NOE se optimizan en el consumo de alimento, masa del huevo y utilidades en el primer mínimo para la CA, donde la cantidad de fosforo óptima es de 0.18%, según

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales del presente trabajo permiten concluir lo siguiente:

- La adición de fósforo orgánico e inorgánico de alta calidad y digestibilidad a la dieta de gallinas de postura mejoraron los parámetros productivos de las gallinas de Hy Line Brown.
- El pico de producción se alcanzó entre las semanas 32 y 34 para ambos tratamientos.
- El fósforo inorgánico tiene un mejor efecto sobre la C.A. La C.A. entre las semanas 32 y 40 coinciden con el pico de producción.
- El fósforo orgánico encontró un mejor efecto sobre los parámetros: Peso del huevo y masa de huevo y eficiencia económica.
- No se encontraron diferencias estadísticas significativas en las variables peso corporal, porcentaje de huevos rotos y huevos blancos. Así mismo no hubo diferencias estadísticas en el porcentaje de mortalidad entre los tratamientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, P.A. (1985) En: *Digestibility and amino acid availability in cereals and oilseeds*. Eds.G.W. Finley y D.T. Hopkins. American Association of Cereal Chemists, St. Paul. Minneapolis. pp 31-46.

ANSELME, P (2002) Feed Mix Vol 10, Nro 2: There is still place for inorganic phosphates.

AXE, D.E. (1993) *Macrominerals*. IMC-Agrico. Feed Ingredients Division, Mundelein. Illinois.

BERNER, Y.N. (1997) En: *Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements* (edited by B. L. O'Dell y R. A. Sunde). New York, NY: Marcel Dekker, Inc.

BRONNER, F. (1997) En: *Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements* (edited by B. L. O'Dell y R. A. Sunde). New York, NY: Marcel Dekker, Inc.

CASTILLO, B. C. 2002. *Nivel óptimo biológico y económico de calcio en gallinas Leghorn blancas en postura*. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa en Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 81 p.

CASTILLO, GONZÁLEZ AND E. MORALES, 2004. *Biological and economic optimum level of calcium in white Leghorn laying hens*. Poult. Sci. 83: 868-872.

CEFIC, 1990. *Fosfatos inorgánicos para la alimentación animal*. El Balance Correcto. Bruselas.

CLOSE, W. H., 1998 *Biotchnology in feed Industry, Proceeding of Alltech 14 annual Symposium*, Lyons, P and Jacques K. A. eds, Nottingham. UK, pp. 469-484

COSGROVE, D.J. (1980) En: *Inositol phosphates: their chemistry, biochemistry and physiology*. Elsevier Science Publishing, Co., New York.

CROMWELL, G.L., STAHLY, T.S., COFFEY, R.D., MONEGUE, H.J. y RANDOLPH, J.H. (1993) *J. Anim. Sci.* 71: 1831-1840.

DANISI, G. y MURER, H. (1989) En: *Handbook of Physiology. The Gastrointestinal System. IV.*, edited by S. Schultz.

DE GROOTE, G. (1990) En: *VI Curso de Especialización FEDNA*. Madrid. 45 pp.

EDWARDS, H.M. (1993) *Poultry Sci.* 78 (1): 113 (Abstr.).

GARCÍA, H. M. E G. M. M. Cruz. 2002. *Comportamiento productivo y calidad del cascarón de gallinas alimentadas con diferentes niveles de calcio en la dieta*. Tesis de licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 60 p.

GUTIÉRREZ, D.; CUCA, M.; BECERRIL, M., 2002 Colegio de Postgraduados, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Programa en Ganadería. Campus Montecillo, Edo. de México, México.

GORDON, R W., AND D.A. ROLAND, SR 1996 *Phosphorus and calcium optimization in layer diet with phytase*. In: BASF Symposium, Cornell Poultry Conference. Ithaca, N. Y. pp: 1729

GOMEZ BASAURI, J. 1999. *Egg Shell quality: Overcoming production losses with a novel enzyme activator*. In: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 14th Annual Symposium (T. P. Lyons and K.A. Jacques, eds)

HAYES, S.H., CROMWELL, G.L., STAHLY, T.S. y JOHNSON, T.H. (1979) *J. Anim. Sci.* 49: 992-999.

HAMILTON, A.J. VERSTEEGH (1996). *Phosphorus Nutrition of Poultry*. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham Feed Manufacturers Conference. Eds. P.C. Garnsworthy, J. Wiseman and W. Haresign. Nottingham UK, pp 71-83.

HOPKINS, J.R., BALLANTYNE, A.J. y JONES, J.L.O. (1987) En: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Eds. W. Haresign y D.W.A. Cole. Butterworths, London. pp: 39-46.

IRVING, G.C.J. (1980). En: *Phytate. Inositol phytates. their chemistry, biochemistry and physiology*. Ed. D.J. Cosgrove. Elsevier Scientific Publishers, Países Bajos. pp: 85-127. (Selle et al., 2000).

JONGBLOED, A.W., MROZ, Z. y KEMME, P.A. (1992) *J. Anim. Sci.* 70: 1159-1168.

JONGBLOED, A.W., VAN DER KLIS, J.D., KEMME, P.A., VERSTEEGH, H.A.J. y MROZ, Z. (1996) Proc. 47th European Association for Animal Production (EAAP), Lillehammer, Austria. pp:1-17.

KESHAVARZ K. *Further investigations on the effect of dietary manipulation of protein, phosphorus, and calcium for reducing their daily requirement for laying hens*. *Poult Sci* 1998;77 :1333-1346.

Mc DOWELL, L.R. (1992) En: *Minerals in Animal and Human Nutrition*. Ed. L.R. McDowell. Academic Press, New York. pp: 27-77.

NRC (1998) *Nutrient requirements of swine*. 10th revised ed. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.

RAVINDRAN, V. CABHUG, S., RAVINDRAN, G. y BRYDEN, W.L. (1999) *Poultry Sci.* 78: 699-706.

ROLAND, D.A.Sr. and M. Farmer, 1986. *Studies concerning possible explanations for the varying response of different phosphorus levels on eggshell quality*. *Poult. Sci.* 65: 956-963.

ROLAND DA, 1988 *Phosphorus and calcium optimization in layin diets with phytase*. In BASF Technical Symposium, Phytase in animal nutrition and waste management, Atlanta, GA. BASF Corporation, Mt. Olive, NJ 1988:305- 316.

SAID, N.W., T.W.SULLIVAN, M.L.SUNDE, AND H.R. BIRD, 1984. *Effect of dietary phosphorus level and source on productive performance and egg quality of two commercial strain of laying hens*. *Poult. Sci.* 63: 2007-2019.

SECHINATO, A, 2003. *Efeito da suplementacao dietética com micro minerais orgânicos na producto e qualidade de ovos de gallinas poeidoras*. *Nutricao e producao Animal*. Universidade de Sao Paulo.

Disponibile en <http://www.saber.usp.br/>

SHELEIDELER S. SHELL R. *Efect of Caliciunand phase feeding phosphorus on producción traits and phosphorus on production traits and phosphorus retention in two surains of laying hens*. *Poult Sci.* 1986;65 : 2010-2119

SNOW, J. L., M. W. DOUGLAS, K. W. KOELKEBECK, A. B. BATAL, M. E. PERSIA, P. E. BIGGS, AND C. M. PARSONS. 2004. *Minimum phosphorus requirement of one-cycle and two-cycle (molted) hens*. *Poult. Sci.* 83: 917- 924.

SNOW, J.L., M.W. Douglas, K.W. Koelkebeck, A.B. Batal, M. E. Persia, P.E. Biggs, and C.M. Parsons, 2004. *Minimum requirement of one-cycle and two-cycle (molted) hens*. *Poult. Sci.* 83: 917-924.

SOHAIL SS. ROLAND DASR. *Influence of dietary phosphorus on performance of Hy-Line W36 hens*. *Poult Sci* 2002; 81;75-83

THORP AND WADDINGTON (1997) *Res. in Vet. Sci.* 62, 67-73

USAYAN N, BALNAVE D. *Phosphorus requeriments of layin hens fed wheat-based diets*. *Br Poult Sci.* 1995; 36:285 – 301.

VALDÉS-NARVÁEZ, V. M., M. CUCA, A. PRO, J.L. FIGUEROA, M. GONZÁLEZ Y C. M. BECERRIL, 2006. *Nivel óptimo de fósforo disponible aparente en gallinas Leghorn blanca de la línea Hy-line W36 durante el primer ciclo de producción*. *Téc. Pecu. Méx.* 44(1): 67-80.

VAN DER KLIS, J.D. AND H.A.J. VERSTEEGH (1996). *Phosphorus Nutrition of Poultry*. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham Feed Manufacturers Conference. Eds. P.C. Garnsworthy, J. Wiseman and W. Haresign. Nottingham UK, pp 71-83.

VAN TUIJL (1998) *World's Poultry Science Journal* 54 (5), 359-363. HAMI

ANEXOS

BIBLIOTECA DIGITAL GROPECUARIAS

TABLAS

Tabla 11: Digestibilidad de fósforo aparente de fuentes alimenticias vegetales

Fuente alimenticia	Contenido de P (%)	Digestibilidad (%)	
		Promedio	Variación
Maíz	0.32	17	12-26
Trigo	0.41	47	45-51
Afrecho	1.2	28	18-35
Gluten de maíz	0.98	20	12-32
Harina de soja	0.73	38	33-41

Fuente: V der Kis y Versteegh, 1996

**Tabla 12: La disponibilidad del fósforo en algunos alimentos de origen animal
y de los fosfatos alimenticios**

FUENTE DE P	P TOTAL (%)	P DISPONIBLE (% del Total)
Harina de hueso	7,6	59
Harina de pescado	2,2	74
Harina de carne	2,9	65
Harina de carne y hueso	6,0	66
Fosfato sódico cálcico	18,0	59
Fosfato dicálcico (anhídrico)	19,7	55
Fosfato dicálcico (hidratado)	18,1	77
Fosfato monocálcico	22,6	84
Fosfato monodicálcico (hidratado)	21,3	79
Fosfato monosódico	22,4	92

Fuente: V der Kis y Versteegh, 1996

Tabla 13: Aporte de fósforo, relación Ca: P y solubilidad relativa de las distintas fuentes de fósforo inorgánico en los test más comunes

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE LAS FUENTES DE FÓSFOROS COMERCIALES				
	Contenido total de P	Relación Ca: P	Solubilidad Relativa	
			Ácido Cítrico	Citrato de Amonio
Fosfato Monocálcico	22,0 - 22,8	0,75	>	>
Fosfato Monodicalcico	20,5 - 22,5	1,0	>	>
Fosfato Dicalcico	17,0 - 21,0	1,3	>	>
Fosfato Defluorinado	17,5 - 18,5	1,7	>	<
Harina de Huesos	5,0 - 8,0	2,5	>	<
Fosfato Tricalcico	18,0 - 19,5	1,9	<	<

Nota: Solubilidad +: > 90% Solubilidad -: < 90% FUENTE: CEFIC, 1999.

La solubilidad de fosfato de aluminio-hierro, un fosfato de baja calidad, es relativamente alta en citrato de amonio alcalino.

Tabla 14: Análisis de difracción de rayos X de diferentes fuentes comerciales disponibles (%)

Fuente vendido o como:	CaCO ₃	DCPa	DCPd	MCP	CaSO ₄	MgHPO ₄ x 3H ₂ O	Al ₃ KH ₁₄ (PO ₄) ₈ x 4H ₂ O	Ca(OH) ₂	No encontrado
DCPa		93			5			2	
DCPd	7	59	25			3		6	
DCPd		9	91						
DCPd		48	52						
MDCP	22	17	-	51	3		3		3
MDCP	32	17		37	3	6			5
MDCP	3	28		56	3	9			
MCP	4	-		96	4		9		
MCP	4	-		83	4				

Nota:
 DCPd – fosfato DCP dihidratado (CaPO₃(2H₂O)) DCPa – fosfato DCP anhidro (CaHPO₄)
 MCP – fosfato Monocalcico (Ca(H₂PO₄)₂ xH₂O) MDCP – fosfato Monodicalcico

La tabla ilustra las diferencias que pueden existir entre y dentro de diferentes fosfatos comerciales.

Tabla 15. Dieta Alimenticia con adición de fósforo inorgánico en la etapa de: 32-40 Semanas de edad

Insumos	Solución	Solución	Precio	Costo
	Kg.	%	Soles/Kg	Total
Maíz costa	500.093	50.0093	0.94	470.08742
Harina de soya 48%	174.8	17.48	1.45	253.46
Polvillo de arroz	120.99	12.099	0.6	72.594
Carbonato de calcio	102.884	10.2884	0.14	14.40376
Harina integral de soya	37.701	3.7701	1.48	55.79748
Afrecho de trigo	30.52	3.052	0.62	18.9224
Aceite acidulado vegetal	15	1.5	1.02	15.3
Fosfato Phosbic	6.25	0.625	2.62	16.375
Sal Comun	2.608	0.2608	0.18	0.46944
Toxibond	2.5	0.25	2.21	5.525
DL-Methionine	1.487	0.1487	17.45	25.94815
Bicarbonato de sodio	1.048	0.1048	1.28	1.34144
Custom pak 861 producción	1	0.1	9.73	9.73
Cloruro de colina al 60%	1	0.1	3.05	3.05
L-Lysine 99%	0.719	0.0719	7.72	5.55068
BMD 11%	0.5	0.05	13.57	6.785
Ciromacina	0.5	0.05	5.37	2.685
Avizyme 1502	0.4	0.04	23.49	9.396
TOTAL	1000.00	100		987.4208

Tabla 16. Contenido nutricional de la dieta alimenticia con adición de fósforo inorgánico en la etapa de 32-40 Semanas de edad

Nombre	Unidad	Cantidad
Ac. Pantoténico (B)	Gr/Kg	0.0144
Acido linoléico	%	1.9
Arginina	%	1.0126
Arginina digestible	%	0.9536
Calcio	%	3.995
Ceniza	%	12.3324
Cistina	%	0.2655
Cloruro	%	0.2
Cobre	Mg/Kg	9.9672
Colina	Mg/Kg	1021.9236
Energía metabolizable	Mcal/Kg	2.8003
Fenil-Alanina	%	0.7982
Fenil-Tirosina	%	1.3436
Fenilalanina digestible	%	0.7176
Feniltirosina digestible	%	1.2114
Fibra cruda	%	3.2892
Fosforo disponible	%	0.400
Fosforo total	%	0.7136
Gli-Serina	%	1.4596
Glicina	%	0.6234
Grasa	%	5.0025
Hierro	Mg/Kg	146.6741
Histidina	%	0.4505
Histidina digestible	%	0.4081
Isoleucina	%	0.7203
Isoleucina digestible	%	0.2509
Leucina	%	1.4371
Leucina digestible	%	1.319
Lisina	%	0.85
Lisina digestible	%	0.7879
Magnesio	%	0.2066
Manganeso	Mg/Kg	89.7497
Materia seca	%	89.0587
Met-Cis	%	0.7014
Met-Cis digestible	%	0.6331
Metionina	%	0.42
Metionina digestible	%	0.3934
Phitasa	Gr/Kg	0.06
Potasio	%	0.7221
Precio	Soles/Kg	0.9594
Proteína	%	16.1756
Selenio	Mg/Kg	0.2895
Sodio	%	0.18
Treonina	%	0.6059
Treonina digestible	%	0.5312
Triptofano	%	0.2052
Triptofano digestible	%	0.1648
Valina	%	0.78
Valina digestible	%	0.3217
Vitamina A	UI/Kg	8073.2206

Vitamina B1 (Tiamina)	Gr/Kg	0.001
Vitamina B2 (Riboflavina)	Gr/Kg	0.0034
Vitamina B3 (Niacina)	Gr/Kg	0.0992
Vitamina B6 (Piridoxina)	Gr/Kg	0.003
Vitamina B9 (Ac. Folico)	Gr/Kg	0.0002
Vitamina D3	UI/Kg	2500
Vitamina E	UI/Kg	10
Vitamina K3	Gr/Kg	0.001
Xantofila	Mg/Kg	8.0251
Yodo	Gr/Kg	1.0034
Zinc	Mg/Kg	55.5811

Tabla 17. Dieta Alimenticia con adición de fósforo orgánico en la etapa de 32-40 Semanas de edad

Insumos	Solución	Solución	Precio	Costo Total
	Kg.	%	Soles/Kg	
Maíz costa	500.001	50.000	0.94	470.0874
Harina de soya 48%	174.84	17.48	1.45	253.46
Polvillo de arroz	120	12.00	0.6	72.594
Carbonato de calcio	102.684	10.27	0.14	14.40376
Harina integral de soya	37.709	3.77	1.48	55.79748
Afrecho de trigo	30.521	3.05	0.62	18.9224
Aceite acidulado vegetal	15	1.50	1.02	15.3
Fosfato San Francisco	7.483	0.75	1.76	13.17008
Sal common	2.608	0.26	0.18	0.46944
Toxibond	2.5	0.25	2.21	5.525
DL-Methionine	1.487	0.15	17.45	25.94815
Bicarbonato de sodio	1.048	0.10	1.28	1.34144
Custom pak 861 producción	1	0.10	9.73	9.73
Cloruro de colina al 60%	1	0.10	3.05	3.05
L-Lysine 99%	0.719	0.07	7.72	5.55068
BMD 11%	0.5	0.05	13.57	6.785
Ciromacina	0.5	0.05	5.37	2.685
Avizyme 1502	0.4	0.04	23.49	9.396
TOTAL	1000.00	100		984.2159

Tabla 18. Contenido nutricional de la dieta alimenticia con adición de fósforo orgánico en la etapa de 32-40 Semanas de edad

Nombre	Unidad	Cantidad
Ac. Pantoténico (B)	Gr/Kg	0.0144
Acido linoléico	%	1.9
Arginina	%	1.0126
Arginina digestible	%	0.9536
Calcio	%	4.000
Ceniza	%	12.3324
Cistina	%	0.2655
Cloruro	%	0.2
Colina	Mg/Kg	1021.9236
Energía metabolizable	Mcal/Kg	2.8003
Fenil-Alanina	%	0.7982
Fenil-Tirosina	%	1.3436
Fenilalanina digestible	%	0.7176
Feniltirosina digestible	%	1.2114
Fibra cruda	%	3.2892
Fosforo disponible	%	0.400
Fosforo total	%	0.7140
Gli-Serina	%	1.4596
Glicina	%	0.6234
Grasa	%	5.0025
Hierro	Mg/Kg	146.6741
Histidina	%	0.4505
Histidina digestible	%	0.4081
Isoleucina	%	0.7203
Isoleucina digestible	%	0.2509
Leucina	%	1.4371
Leucina digestible	%	1.319
Lisina	%	0.85
Lisina digestible	%	0.7879
Magnesio	%	0.2066
Manganeso	Mg/Kg	89.7497
Materia seca	%	89.0587
Met-Cis	%	0.7014
Met-Cis digestible	%	0.6331
Metionina	%	0.42
Metionina digestible	%	0.3934
Phitasa	Gr/Kg	0.06
Potasio	%	0.7221
Precio	Soles/Kg	0.9594
Proteína	%	16.1756
Selenio	Mg/Kg	0.2895

Sodio	%	0.18
Treonina	%	0.6059
Treonina digestible	%	0.5312
Triptofano	%	0.2052
Triptofano digestible	%	0.1648
Valina	%	0.78
Valina digestible	%	0.3217
Vitamina A	UI/Kg	8073.2206
Vitamina B1 (Tiamina)	Gr/Kg	0.001
Vitamina B2 (Riboflavina)	Gr/Kg	0.0034
Vitamina B3 (Niacina)	Gr/Kg	0.0992
Vitamina B6 (Piridoxina)	Gr/Kg	0.003
Vitamina B9 (Ac. Folico)	Gr/Kg	0.0002
Vitamina D3	UI/Kg	2500
Vitamina E	UI/Kg	10
Vitamina K3	Gr/Kg	0.001
Xantofila	Mg/Kg	8.0251
Yodo	Gr/Kg	1.0034
Zinc	Mg/Kg	55.5811

PRUEBAS ESTADÍSTICAS

1. Peso Corporal

1.1. Homogeneidad de pesos iniciales

En las **Tablas 1 y 2**, al comparar los pesos corporales iniciales de los tratamientos mediante la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, no se encontró diferencia estadística significativa en las varianzas de los pesos iniciales de los tratamientos, $P > 0.05$, con un nivel de significancia de 0.05%.

Tabla 19. Prueba de Homogeneidad de varianzas del peso inicial

F	Gl₁	Gl₂	P
0.490	1	334	0.484

Se acepta la H_0 , lo que indica que las varianzas son homogéneas, ($P > 0,05$).

Tabla 20. Evaluación del peso promedio inicial de los tratamientos

Tratamientos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.	N
Testigo (T_0)	1.78	2.00	1.9130	0.04946	168
Experimental(T_1)	1.78	1.99	1.9056	0.05038	168

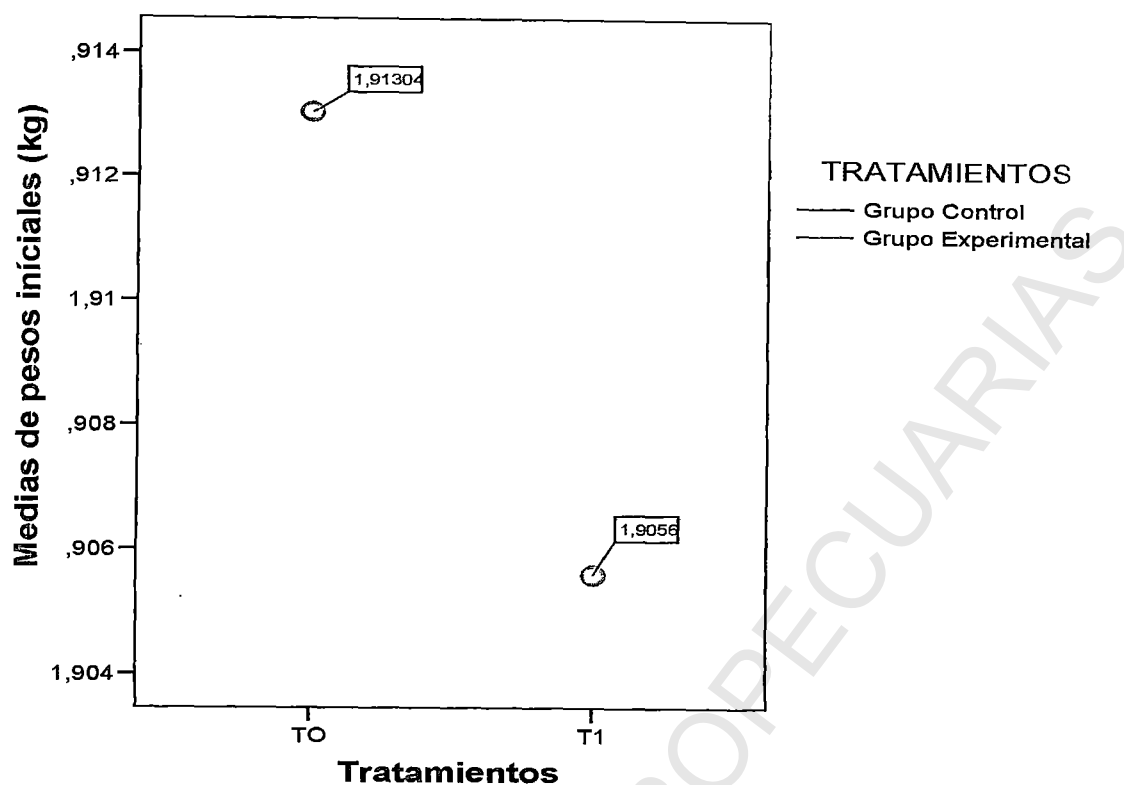


Figura 17. Evaluación del peso promedio inicial de los tratamientos.

1.2. Peso corporal

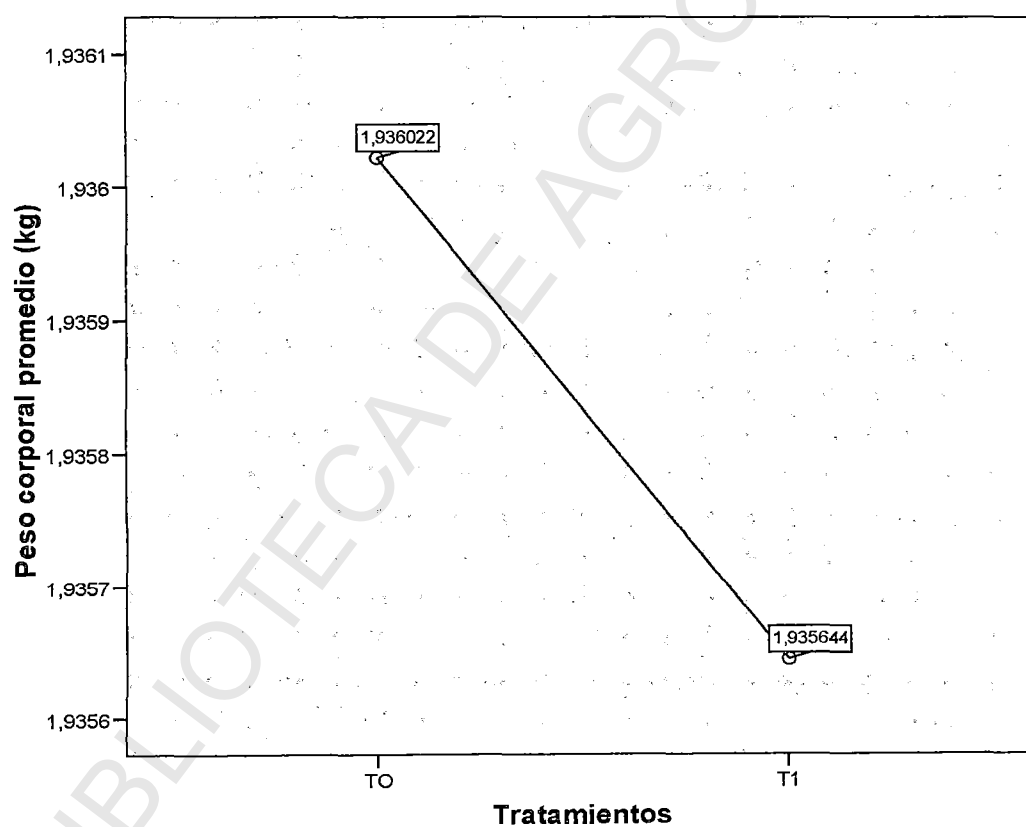
No existen diferencias altamente significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos; Sin embargo; existe diferencia estadística altamente significativa entre semanas de edad, $P < 0.05$. A través de la prueba de Duncan se muestran dichos resultados.

Tabla 21. Análisis de varianza para el peso corporal promedio semanal

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	P
Semanas	0.028	8	0.004	4.902	0.000
Tratamientos	6.42E-006	1	6.42E-006	0.009	0.925
Error	0.123	170	0.001		
Total corregida	0.151	179			

Tabla 22. Prueba de Duncan para el peso corporal promedio semanal (kg)

Semana	N	Subconjunto			
		2	3	4	1
32.00	20	1.9145			
33.00	20	1.9257	1.9257		
34.00	20	1.9275	1.9275		
35.00	20	1.9313	1.9313	1.9313	
36.00	20		1.9362	1.9362	
37.00	20		1.9390	1.9390	
38.00	20		1.9415	1.9415	
39.00	20			1.9465	1.9465
40.00	20				1.9605
Significación		.073	.105	.112	.101

**Figura 18.** Peso corporal promedio por tratamiento (kg).

2. Consumo de Alimento

Existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos y diferencias estadísticas altamente significativas entre semanas de edad, con un nivel de significancia de 0.05%.

A través de la prueba de Duncan se muestran dichos resultados.

Tabla 23. Análisis de Varianza para el consumo semanal de alimento por tratamientos

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	P
Semanas	72.783	8	9.098	67.489	0.000
Tratamientos	2.074	1	2.074	15.385	0.004
Error	1.078	8	0.135		
Total corregida	75.935	17			

Tabla 24. Prueba de Duncan para consumo de alimento semanal (g)

Semana	N	Subconjunto					
	1	2	3	4	5	6	1
32	2	110.1150					
33	2	110.7800	110.7800				
34	2		111.5950	111.5950			
35	2			112.1950			
36	2				113.2000		
37	2				113.9700		
38	2					115.0150	
39	2					115.6200	115.6200
40	2						115.9750
Significación		.108	.057	.141	.069	.138	.362

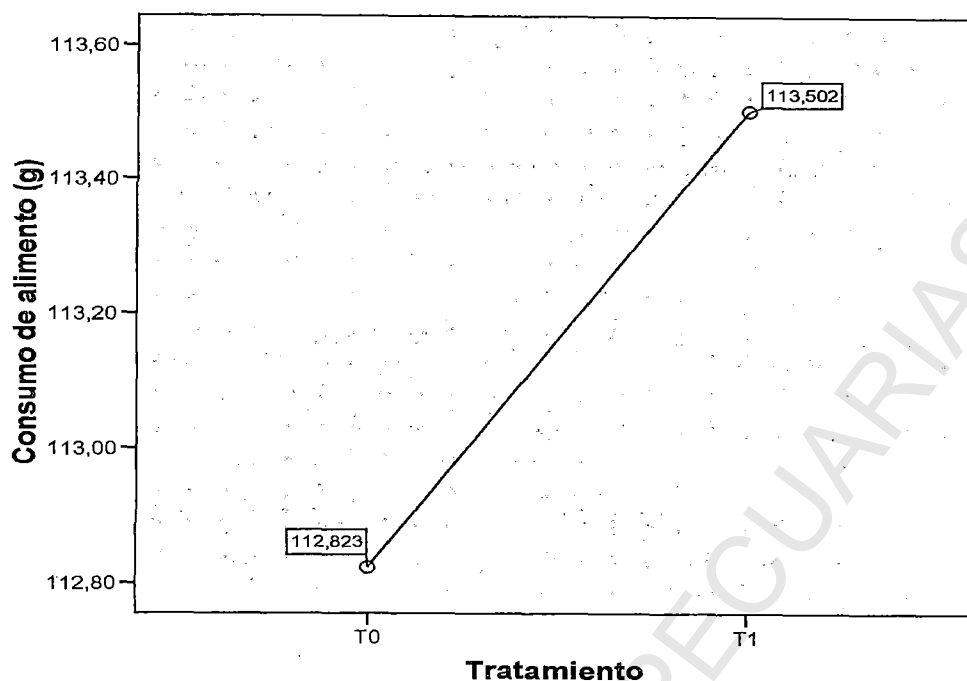


Figura 19. Consumo promedio de Alimento por tratamiento ($\text{g.ave}^{-1}.\text{día}^{-1}$)

3. Conversión Alimenticia

Existen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos y entre semanas de edad, con un nivel de significancia de 0.05%. A través de la prueba de Duncan se muestran dichos resultados.

Tabla 25. Análisis de Varianza para la conversión alimenticia semanal por tratamientos

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	P
Semanas	0.033	8	0.004	44.793	0.000
Tratamientos	0.003	1	0.003	31.620	0.000
Error	0.001	8	9.21E-005		
Total corregida	0.037	17			

Tabla 26. Prueba de Duncan para la conversión alimenticia semanal

Semana	N	Subconjunto					
	1	2	3	4	5	6	1
32	2	1.8830					
33	2	1.8955					
34	2	1.9035	1.9035				
35	2		1.9255	1.9255			
36	2			1.9380			
37	2				1.9665		
38	2				1.9765	1.9765	
39	2					1.9940	1.9940
40	2						2.0100
Significación		.075	.051	.229	.328	.106	.134

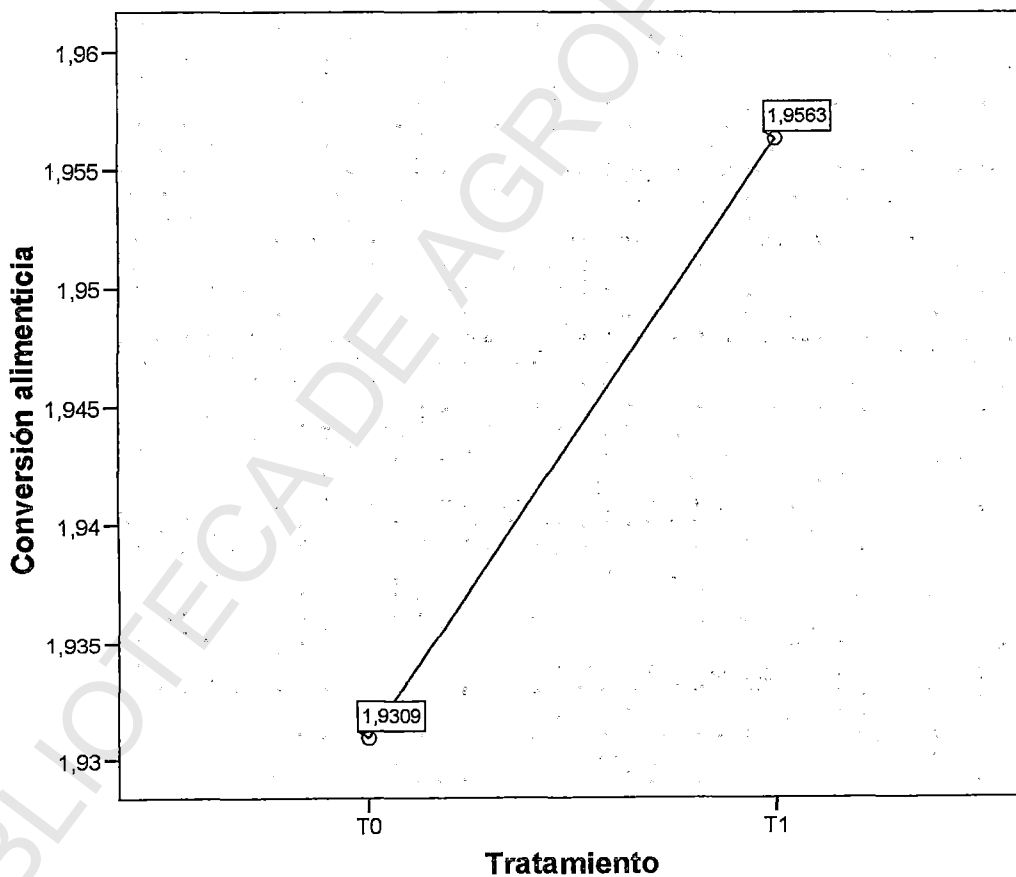


Figura 20. Conversión Alimenticia promedio por tratamiento.

4. Porcentaje de Producción

No existen diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos; sin embargo; si existen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.05$) entre semanas de edad, con un nivel de significancia de 0.05%. A través de la prueba de Duncan se muestran dichos resultados.

Tabla 27. Análisis de Varianza para el porcentaje de producción semanal

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	P
Semanas	21.749	8	2.719	38.295	0.000
Tratamientos	0.023	1	0.023	0.321	0.587
Error	0.568	8	0.071		
Total corregida	22.340	17			

Tabla 28. Prueba de Duncan para el porcentaje de producción semanal

Semana	N	Subconjunto			
	1	2	3	4	1
40	2	91.1600	92.0350	93.4500	94.3000
39	2				
37	2				
38	2				
35	2	92.6100	93.5700	94.3000	94.5050
36	2				
34	2	94.3000	94.3300	94.5050	94.5050
33	2				
32	2	94.5050	94.5050	94.5050	94.5050
Significación					
		1.000	.072	.664	.481

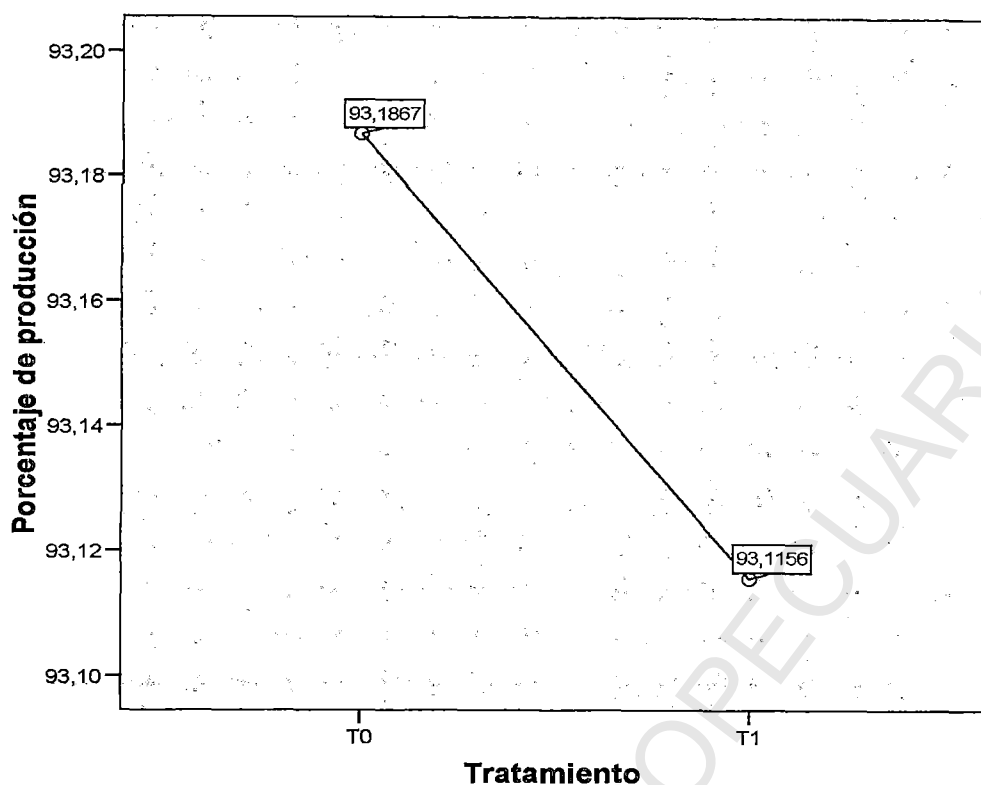


Figura 21. Porcentaje de producción promedio por tratamiento.

4. Peso Promedio del Huevo

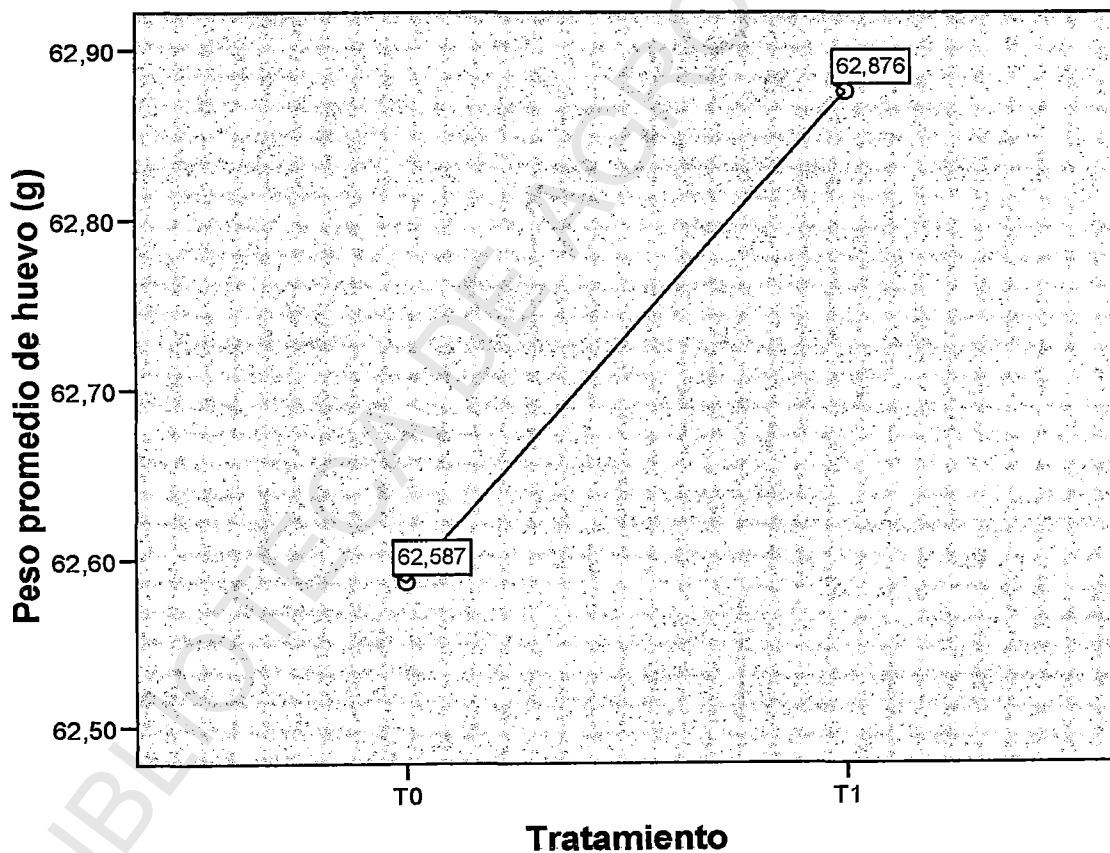
Existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos y entre semanas de edad, con un nivel de significancia de 0.05%. A través de la prueba de Duncan se muestran dichos resultados.

Tabla 29. Análisis de Varianza para el peso promedio del huevo

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	P
Semanas	3.881	8	0.485	28.215	0.000
Tratamientos	0.376	1	0.376	21.843	0.002
Error	0.138	8	0.017		
Total corregida	4.394	17			

Tabla 30. Prueba de Duncan para el peso promedio de huevos semanal

Semana	N	Subconjunto						
		2	3	4	5	6	7	1
32	2	62.0100						
33	2	62.2200	62.2200					
34	2		62.4600	62.4600				
35	2		62.5000	62.5000				
36	2			62.6800	62.6800			
37	2				62.8500	62.8500		
38	2					63.0550	63.0550	
39	2						63.3350	63.3350
40	2							63.4700
Significación		.148	.075	.146	.231	.157	.065	.333

**Figura 22.** Peso promedio de huevos por tratamiento.

5. Masa de Huevo por Gallina Alojada

Existen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos y entre semanas de edad, con un nivel de significancia de 0.05%. A través de la prueba de Duncan se muestran dichos resultados.

Tabla 31. Análisis de Varianza para la masa semanal de huevo por gallina alojada

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	P
Semanas	0.001	8	0.000	126.786	0.000
Tratamientos	2.01E-005	1	2.01E-005	14.019	0.006
Error	1.14E-005	8	1.43E-006		
Total corregida	0.001	17			

Tabla 32. Prueba de Duncan para la masa semanal de huevo por gallina alojada

Semana	N	Subconjunto								
		2	3	4	5	6	7	8	9	1
32	2	65.669								
33	2		65.969							
34	2			66.575						
35	2				66.942					
36	2					66.474				
37	2						67.936			
38	2							68.297		
39	2								69.092	
40	2									69.923
Significación		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

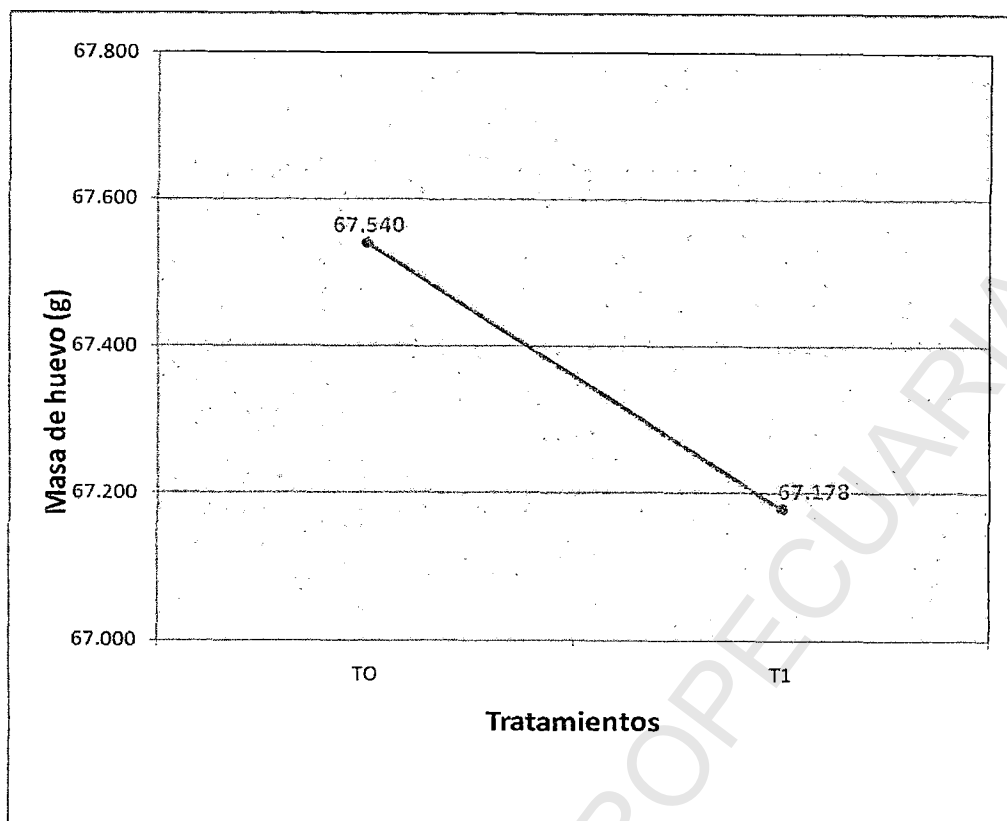


Figura 23. Masa promedio semanal de huevo por gallina alojada.

5. Porcentaje de Huevos Quiñados

No existen diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos con un nivel de significancia de 0.05%.

Tabla 33. Prueba de Chi Cuadrado para el porcentaje de huevos quiñados

Huevos rotos	67.	Tratamientos	
		(T ₀)	(T ₁)
Si		4.488	4.487
No		95.512	95.513
Total		100%	100%
Chi-cuadrado de Pearson		0.157	
Significancia (5%)		P > 0,05	

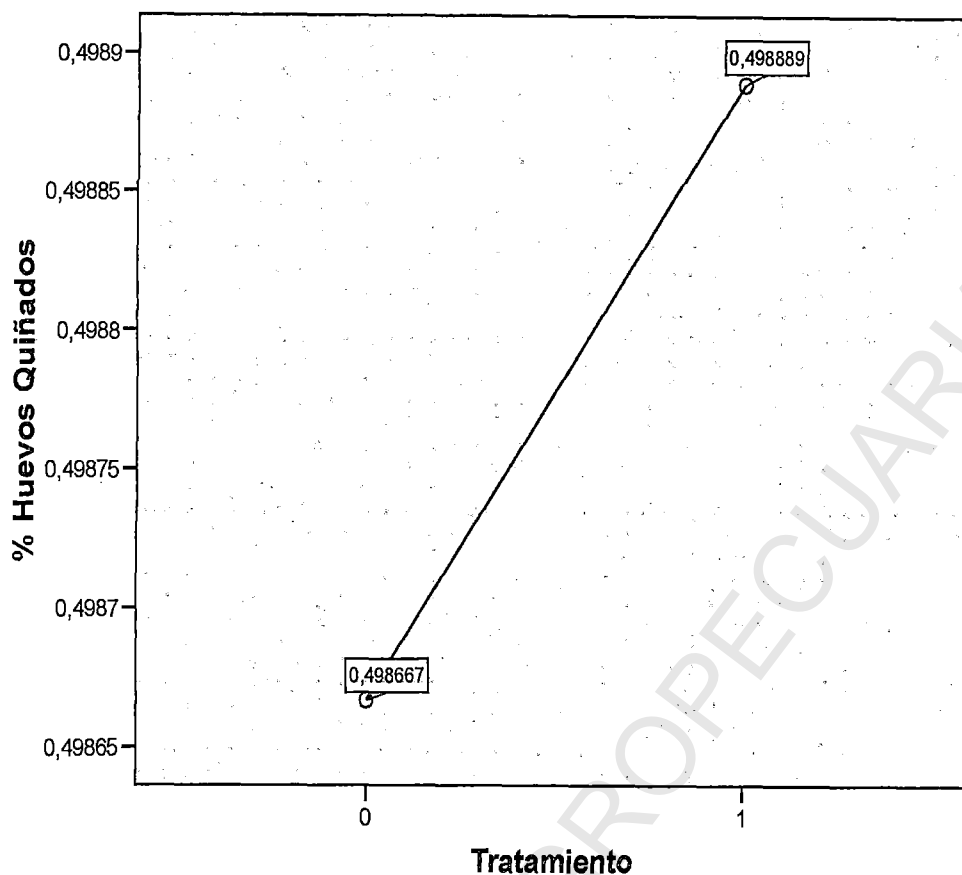


Figura 24. Porcentaje promedio de huevos quiñados.

6. Porcentaje de Huevos Blancos

No existen diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos con un nivel de significancia de 0.05%.

Tabla 34. Prueba de Chi Cuadrado para el porcentaje de huevos blancos

Huevos blancos	Tratamientos	
	(T ₀)	(T ₁)
Si	9.93	9.62
No	90.074	95.513
Total	100%	100%
Chi-cuadrado de Pearson	0.315	
Significancia (5%)	P > 0,05	

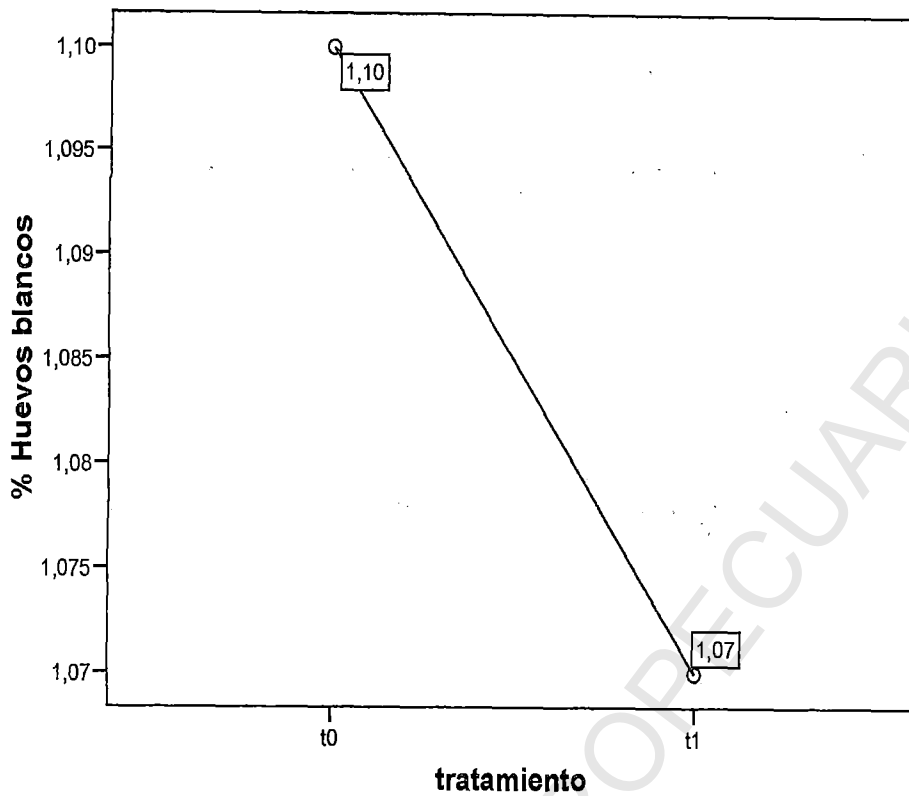


Figura 25. Porcentaje promedio de huevos blancos

6. Porcentaje de Mortalidad

No existen diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos con un nivel de significancia de 0.05%.

Tabla 35. Prueba de Chi Cuadrado para el porcentaje de mortalidad

Muertos	Tratamientos	
	(T ₀)	(T ₁)
Si	9	10
No	159	158
%	100%	100%
Chi-cuadrado de Pearson	0.906	
Significancia (5%)	P > 0,05	

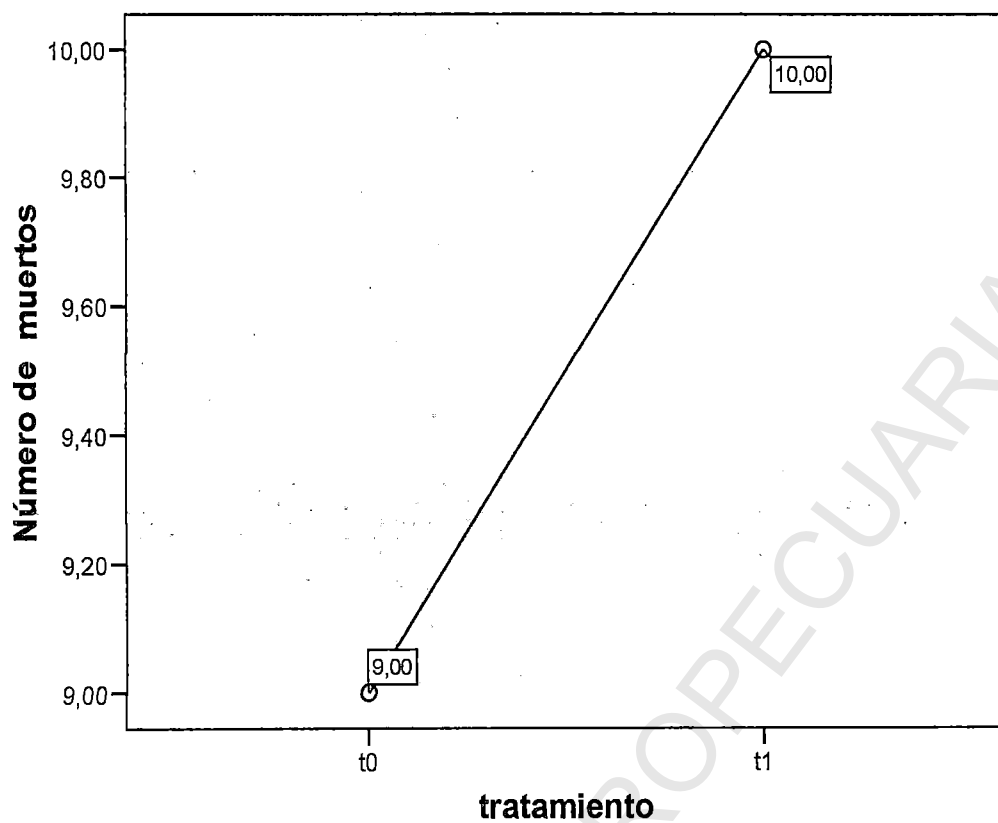


Figura 26. Mortalidad total por tratamiento.