



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“NIVEL ÓPTIMO DE FÓSFORO DISPONIBLE EN GALLINAS  
LOHMANN**

**BROWN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa la obtención del título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

**MIGUEL OSWALDO GUZMÁN JARA**

**Riobamba - Ecuador**

**2008**

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.C. Gonzalo Roberto López Rocha (+)  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. M.C. Milton Celiano Ortiz Terán  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. M.Sc. Edgar Alonso Merino Peñafiel  
ASESOR DE TESIS

Riobamba, octubre del 2008

## RESUMEN

En la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se investigó el nivel óptimo de utilización de fósforo disponible en gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción (0.20, 0.25, 0.30 y 0.45%), utilizando un diseño completamente al azar. Se determinaron los mejores rendimientos productivos en las gallinas alimentadas con las dietas elaboradas con un contenido de fósforo disponible de 0.30 y 0.45%, mediante los cuales se alcanzó un mayor porcentaje de producción (86.11, 85.93 %), mas alta cantidad de docenas de huevos (11.58, 11.63 docenas), mayor masa de huevos producidos (9.59, 9.63 Kg.), así como la mejor eficiencia en la conversión alimenticia (1.94, 1.92), costo por docena de huevos (0.495, 0.498 USD) y el más alto índice de Beneficio/Costo de 1.07 USD para los dos tratamientos, permitiendo utilizar niveles inferiores a los recomendados por las casas comerciales. Por lo que se recomienda utilizar 0.30% de fósforo disponible porque se obtuvo mejores parámetros productivos y económicos, mediante la utilización de este nivel.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento a Dios, A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica por recibirme con las puertas abiertas, a mis maestros por brindarme sus conocimientos dentro y fuera del aula.

A los señores Miembros del Tribunal de Tesis: Ing. M.C. Milton Ortiz T. Director de Tesis, e Ing. M.Sc. Edgar Merino. Asesor, quienes con su aporte incondicional supieron guiarme durante la presente investigación.

A todos mis amigos quienes colaboraron de una u otra forma para poder culminar mi meta.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	<b>3</b>
<b>A. CARACTERÍSTICAS DE LAS AVES LOHMANN BROWN</b>	<b>3</b>
<b>1. <u>Objetivos de rendimiento de la Lohmann Brown</u></b>	<b>3</b>
<b>a. Características de los huevos</b>	<b>4</b>
<b>b. Consumo de alimento</b>	<b>4</b>
<b>2. <u>Uniformidad</u></b>	<b>4</b>
<b>3. <u>Control de enfermedades y sanidad</u></b>	<b>5</b>
<b>B. NECESIDADES DE LA GALLINA PONEDORA</b>	<b>6</b>
<b>C. NECESIDADES DE PROTEÍNA EN RELACIÓN AL CONSUMO DE ENERGÍA EN PONEDORAS</b>	<b>8</b>
<b>D. EFECTO DE LA FIBRA</b>	<b>8</b>
<b>E. NECESIDADES DE CALCIO Y FÓSFORO EN LAS GALLINAS PONEDORAS</b>	<b>9</b>
<b>1. <u>Necesidades de Fósforo</u></b>	<b>12</b>
<b>2. <u>Fuentes de Fósforo</u></b>	<b>14</b>
<b>F. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS NIVELES DE FÓSFORO</b>	<b>14</b>
<b>G. CALIDAD DE LA CÁSCARA</b>	<b>15</b>
<b>1. <u>Calcio</u></b>	<b>15</b>
<b>2. <u>Fósforo</u></b>	<b>16</b>
<b>H INVESTIGACIONES REALIZADAS</b>	<b>17</b>
<b>1. <u>Tasa de fósforo disponible</u></b>	<b>17</b>
<b>2. <u>Efecto del contenido en fósforo asimilable en el rendimiento de las gallinas ponedoras</u></b>	<b>17</b>

3.	<b><u>Recomendaciones de Calcio y fósforo</u></b>	19
4.	<b><u>Necesidades de fósforo (P)</u></b>	19
5.	<b><u>Nivel óptimo de fósforo disponible aparente en gallinas Leghorn blanca de la línea Hy line W 36 durante el primer ciclo de producción</u></b>	21
6.	<b><u>Nivel óptimo y biológico de fósforo en gallinas Leghorn blancas en el segundo ciclo de postura</u></b>	21
III.	<b><u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	22
A.	<b>LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO</b>	22
B.	<b>UNIDADES EXPERIMENTALES</b>	22
C.	<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	22
D.	<b>TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL</b>	23
1.	<b><u>Esquema del experimento</u></b>	23
2.	<b><u>Composición de las raciones de las gallinas Lohmann Brown</u></b>	24
E.	<b>MEDICIONES EXPERIMENTALES</b>	24
F.	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA</b>	26
G.	<b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b>	26
1.	<b><u>Descripción del experimento</u></b>	26
2.	<b><u>Programa sanitario</u></b>	27
IV.	<b><u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b>	28
A.	<b>COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS LOHMANN BROWN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN, EN LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL ÓPTIMO DE FÓSFORO DISPONIBLE EN LA DIETA</b>	28
1.	<b><u>Evaluación del peso corporal</u></b>	28
2.	<b><u>Consumo de alimento</u></b>	33
3.	<b><u>Producción de huevos</u></b>	33
4.	<b><u>Conversión Alimenticia</u></b>	42
5.	<b><u>Costo/docena de huevos</u></b>	44
B.	<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS HUEVOS PRODUCIDOS POR GALLINAS LOHMANN BROWN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN, EN LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL ÓPTIMO DE FÓSFORO DISPONIBLE EN LA DIETA</b>	46

1. <u>Diámetro de los huevos</u>	46
2. <u>Peso del huevo</u>	48
3. <u>Calidad de la cáscara</u>	48
C. CONTENIDO DE FÓSFORO Y CALCIO EN LAS HECES Y HUESOS DE GALLINAS LOHMANN BROWN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN, LUEGO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FÓSFORO DISPONIBLE	51
1. <u>Contenido de fósforo en las heces</u>	51
2. <u>Contenido de fósforo en los huesos</u>	54
3. <u>Contenido de calcio en los huesos</u>	54
D. EVALUACIÓN ECONÓMICA EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN, LUEGO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FÓSFORO DISPONIBLE	54
V. <u>CONCLUSIONES</u>	57
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	58
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	59
ANEXOS	

## **I. INTRODUCCIÓN**

El papel del fósforo en la alimentación de las aves de corral ha adquirido un nuevo significado en los últimos años, debido a la preocupación medioambiental que ha llevado a revisar el contenido en fósforo en las dietas animales para minimizar la excreción del mismo.

Considerando que el fósforo integra la mayoría de reacciones metabólicas y participa en el mantenimiento de la homeostasis mineral siendo uno de los elementos minerales más versátiles, la cantidad y disponibilidad del fósforo dietario son factores críticos en etapas como el crecimiento y la reabsorción ósea en los animales de producción, como el caso de las gallinas ponedoras donde el fósforo, realiza varias funciones como mineralización de los huesos, almacenamiento de energía, formación del cascarón y metabolismo energético.

En los monogástricos es particularmente importante ya que los componentes mayores de las raciones, granos y subproductos vegetales tienen alto contenido de fósforo en forma de ácido fítico, en la porción aleurona/pericarpio (trigo y arroz) o en el germen (grano de maíz). Siendo la fitasa, enzima digestiva que lo hidroliza tiene actividad reducida a nivel digestivo y muy pobre en dichos granos, la utilización del mineral es reducida, consecuentemente el 70 a 80 % del fósforo ingerido es excretado.

El fósforo presente en las fuentes de origen vegetal constituye la mayor parte 55 a 65% del aporte total del elemento en las dietas para aves elaboradas principalmente con granos de cereales y oleaginosas, por lo que las dietas para animales monogástricos son suplementadas con fuentes de fósforo inorgánico, para cubrir las necesidades nutricionales de los animales, por lo que las empresas comerciales sugieren niveles altos de fósforo disponible en las dietas, sin embargo luego de cubrir los requerimientos en las aves, este elemento es excretado en las heces constituyéndose en una fuente de contaminación medioambiental. Por otro lado se debe considerar que el costo del fósforo inorgánico se ha incrementado en los últimos años y actualmente se dispone de técnicas más precisas para determinar el nivel óptimo de fósforo, con lo que se

pretende bajar la concentración de este mineral en la dieta a fin de establecer el requerimiento óptimo de fósforo disponible sin alteración de la producción, obteniendo mayor rentabilidad de la explotación al reducir los costos en la alimentación.

A pesar de que se han realizado numerosas investigaciones para determinar las necesidades de fósforo, aún no se tiene claridad del nivel adecuado, y son pocos los estudios que se han realizado abarcando todo un ciclo de producción, considerando además que debido a la mejora genética, las gallinas actuales son más productivas y con características diferentes, en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar los parámetros productivos de gallinas Lohmann Brown alimentadas con niveles bajos de fósforo disponible en la segunda fase de producción.
- Determinar el nivel óptimo de Fósforo disponible en gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción.
- Evaluar la rentabilidad a través del indicador beneficio costo en cada uno de los tratamientos evaluados.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. CARACTERÍSTICAS DE LAS AVES LOHMANN BROWN**

Según la guía de manejo Lohmann Brown. (1995), manifiesta que la línea es el resultado de los cruces de las razas Leghorn blanca (hembra) x Warren rojo (macho), que bajo presiones selectivas desde hace muchos años, ha dado como resultado a una ponedora que lidera el mercado mundial. Su país de origen es Alemania y su potencial genético lidera la producción de huevos marrones en nuestro país, siendo de las siete razas importantes la más utilizada en porcentaje mayor al 32%. Cuadro 1.

Cuadro 1. PERÍODO PRODUCTIVO PARA PONEDORAS LOHMANN BROWN CLASSIC.

<b>FASES DE PDN</b>	<b>Edad en semanas</b>	<b>Rango de peso ( gramos)</b>
1ra	18 - 45	(1423 - 1527)
2da	46 - 65	(1862 - 2058)
3ra	66 - 80	(1910 - 2111)

Fuente: Guía de Manejo para Ponedoras Lohmann Brown Classic. (2004).

Lohmann Export GMBH. (1993), señala que esta línea de ponedoras comerciales tiene una edad al 50% de producción de 152 a 158 días, alcanza el pico de producción de 90 a 93% a las treinta semanas de edad, el número de huevos por gallina al año varía de 320 a 330, el peso medio del huevo es de 64 a 65 gramos, los huevos – masa por gallina alojada varía de 20.5 a 21.0 Kg, el color de la cáscara es marrón el consumo de pienso de 1 a 20 semanas de edad con alimentación restringida es de 7.4 a 7.8 Kg, en el periodo de producción el consumo diario de alimento es de 115 a 122 gramos, mientras que el consumo por Kg de huevo es de 2.3 a 2.4 Kg de pienso. El peso corporal a las 20 semanas de edad es de 1.5 a 1.6 Kg, al final de la producción el peso corporal es de 2.2 a 2.4 Kg, la variabilidad de supervivencia en el período de crianza es de 97 a 98% y en el periodo de producción de 94 a 96%.

## **1. Objetivos de rendimiento de la Lohmann Brown**

### **a. Características de los huevos**

Color de la cáscara.....marrón  
Resistencia a la rotura.....3.5 kp

### **b. Consumo de alimento**

1<sup>a</sup> – 18<sup>a</sup> semana.....6.4 a 6.8 Kg  
1<sup>a</sup> – 20<sup>a</sup> semana.....7.4 a 7.8 Kg  
Periodo de producción/gallina/día.....112 – 122 g  
Pienso – conversión.....2.1 – 2.3 Kg/Kg masa huevo

## **2. Uniformidad**

Según la Guía de manejo Lohmann Brown. (1995), señala que las técnicas de manejo deben ser aplicadas en término de todo el lote de aves, ya que es impráctico manejar individualmente a cada una de ellas. Es por eso que la uniformidad es importante para obtener un rendimiento óptimo.

Los programas de luz, cambios en la alimentación y vacunaciones son aplicados a todo el lote. Si el lote es uniforme en peso y madurez sexual se obtendrán los mejores resultados. Entre más alta sea la uniformidad, más alto será el pico de postura, mejor persistencia, viabilidad, y uniformidad en el peso de huevo.

Cuando la uniformidad no es la deseada se debe tomar medidas para mejorarla. Una baja uniformidad puede ser causada por una enfermedad, ventilación inadecuada, mala distribución del equipo (comederos y bebederos). Una buena uniformidad se refiere a cuando el 80% de las aves están dentro del más o menos 10% del promedio del peso. Para calcular la uniformidad de los pesos deben usarse los pesos individuales. Es decir, para un lote con un peso medio de 1000 g la manera de medir la uniformidad es:  $1000 \pm 10\% = 900 \text{ a } 1100 \text{ g}$ .

El porcentaje de la muestra de pesos que está dentro de estos valores 900 a 1100 g, es por lo tanto el porcentaje de uniformidad de este lote.

Si un lote esta bajo de uniformidad, se pueden tomar las siguientes medidas:

- Agrupar a las aves en categoría según el peso y alimentar a cada grupo dependiendo de sus necesidades.
- Reducir la densidad de población.
- Aumentar la cantidad y/o cambiar la distribución de comederos y bebederos.

### **3. Control de enfermedades y sanidad**

La prevención de enfermedades que disminuye los resultados productivos de un lote de ponedoras, abarca aspectos tan amplios como la nutrición, el manejo, los problemas patológicos y los sanitarios. El control de enfermedades, se debe contemplar tanto la prevención como el tratamiento precoz de las causas que originan el problema, y ha de ponerse especial atención a cualquier indicio de enfermedad, especialmente: mortalidad, consumo de agua y alimento, ganancia de peso, aspecto del lote, ruidos respiratorios, decaimiento, producción, calidad de la cáscara.

El concepto actual de "Bioseguridad" en una instalación avícola incluye:

- Desinfección.
- Aislamiento.
- Control de animales y plagas como roedores, pájaros.
- Evitar el paso de personas, vehículos y útiles ajenos a la explotación.
- Calendario de Vacunación.

Dependiendo de cada zona, debe dirigirse el programa de vacunación para proteger al lote contra bronquitis infecciosa, enfermedad de newcastle, gumboro, encefalomiелitis, viruela aviar, coriza infecciosa, síndrome de baja postura y otras.

## B. NECESIDADES DE LA GALLINA PONEDORA

La Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal FEDNA. (1994), recomienda que para la proteína y aminoácidos, las necesidades se expresan en mg/día y dependerán del nivel de producción, en g de huevo y día, y del peso vivo. La predicción de las necesidades, se calculan mediante ecuaciones del tipo:  $Y = a E + b P$ , en dónde  $y$  = necesidad del AA expresado en mg/día;  $a$  = coeficiente que define la necesidad de producción;  $E$  = g de huevo producido por día;  $b$  = coeficiente que define la necesidad de mantenimiento;  $P$  = Peso vivo en g y los parámetros  $a$  y  $b$  son variables en función del aminoácido considerado y del tipo de estudio realizado. En términos generales, y en condiciones de buen manejo y medio ambiental adecuado, las cifras del cuadro 2 son universalmente aceptadas para una producción máxima. Tomando estas cifras como referencia y para un consumo diario determinado se puede calcular la concentración en nutrientes del alimento. Cuadro 3. En el cuadro 4 y 5 se ofrece un ejemplo de recomendaciones de nutrientes y consumo de alimento respectivamente en base a estos valores.

Cuadro 2. ECUACIONES DE REGRESIÓN PARA ESTIMAR EL CONSUMO DE EM DE GALLINAS PONEDORAS.

REFERENCIA	ECUACIÓN	OBSERVACIONES
Leeson et al.1973	$EM_i = 0,394p^{0,75} + 4,65 \Delta P + 2,69 P.Hu + 62,87$	EM= 2,9Mca/Kg;18,3°C todas las estirpes
Emmans,1974	$EM_i = (170 - 2,2 T) P + 5 \Delta P + 2 P.Hu$	Leghorn
ARC.1975	$EM_i = (140 - 2,0 T) P + 5 \Delta P + 2 P.Hu$ $EMI = 125,3 + 65,8 P^{0,75} + 2,75 (\Delta P + P.Hu)$	Rhode Island 20°C; 1,5 - 2,7Kg 2,4 - 3,0Mcal/Kg 60 - 90% puesta
Byerly,1979	$EMI = (0,75 - 0,0075 T)P^{0,75} + 8\Delta P + 2,3,Hu$	Alojamiento individual todas las estirpes, ambiente controlado
Mannion y Cloud,1984	$EM_i = 105,2 P^{0,75} + 2,1 P.Hu$ $EM_i = (173 - 1,97 T)P^{0,75} + 5,5 \Delta P + 2,07P.Hu$	22°C . Leghorn Todas las estirpes
NRC, 1984	$EM_i = 105,2 P^{0,75} + 2,1 P.Hu$ $EM_i = (173 - 1,97 T)P^{0,75} + 5,5 \Delta P + 2,07P.Hu$	

EM<sub>i</sub> = ingestión de EM (Kcal./d); p = peso de la gallina (g); P = peso de la gallina (kg).  
P = ganancia de peso (g/d); P.Hu = producción de huevos (g/d); T = temperatura (°C).

Cuadro 3. NECESIDADES DIARIAS DE LA PONEDORA.

NUTRIENTE	VALORES
Energía	2800/3000 Kcal EM
Proteína bruta	17 g
Metionina	360 mg
Lisina	720 mg
Calcio	3,5 mg
Fósforo disponible	0,4 mg

Fuente: FEDNA. (1994).

Cuadro 4. NIVELES RECOMENDADOS DE NUTRIENTES POR KG DE ALIMENTO PARA DIFERENTES CONSUMOS DE RACIÓN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN (46 A 65 SEMANAS DE EDAD).

Nutriente	Requerimientos g/gallina/día	Consumo de alimento diario			
		105 g	110 g	115 g	120 g
Proteína cruda	18.40	17.50%	16.70 %	17.00 %	15.50 %
Metionina	0.38	0.36%	0.35 %	0.33 %	0.32 %
Met./Cistina	0.71	0.68%	0.65 %	0.62 %	0.59 %
M/C digestible	0.59	0.56%	0.54 %	0.51 %	0.49 %
Lisina	0.83	0.79%	0.75 %	0.72 %	0.69 %
Lisina digest.	0.68	0.65%	0.62 %	0.59 %	0.57 %
Triptófano	0.20	0.19%	0.18 %	0.17 %	0.17 %
Treonina	0.58	0.55%	0.53 %	0.50 %	0.48 %
Calcio	4.30	4.10%	3.90 %	3.75 %	3.60 %
Fósforo Tot.	0.54	0.51%	0.49 %	0.47 %	0.45 %
Fosf. Dispon.	0.38	0.36%	0.34 %	0.33 %	0.32 %
Sodio	0.17	0.16%	0.15 %	0.15 %	0.14 %
Cloro	0.17	0.16%	0.15 %	0.15 %	0.14 %
Ácido Linoleico	1.60	1.50%	1.45 %	1.40 %	1.35 %

Fuente: Guía de manejo Lohmann Brown. (2004).

Cuadro 5. ESPECIFICACIONES DE LA DIETA Y CONSUMO DE PIENSO.

<b>C. Pienso(g/d)</b>	<b>110</b>	<b>100</b>	<b>90</b>	<b>80</b>	<b>70</b>
PB%	15,50	17,00	19,00	20,50	22,10
EM(Kcal/g)	2700,00	2800,00	2915,00	3025,00	3080,00
Calcio	3,40	3,50	3,60	3,80	4,00
P. disp.%	0,38	0,40	0,45	0,50	0,55
<b>AMINOACIDOS</b>					
Lisina	0,68	0,72	0,77	0,84	0,91
Metionina	0,32	0,36	0,41	0,47	0,56
Met+Cis	0,55	0,64	0,71	0,80	0,91
Triptófano	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20

Fuente: FEDNA. (1994).

### **C. NECESIDADES DE PROTEÍNA EN RELACIÓN AL CONSUMO DE ENERGÍA EN PONEDORAS**

Zolórzano, N. (1992), recomienda utilizar en las raciones para gallinas ponedoras (15 – 18%) de proteína, balanceando la dieta con 1980 y 2200 Kcal EM/Kg de alimento respectivamente.

Blum, J. (1985), exhorta que en las raciones para ponedoras del tipo Leghorn, se incluya un 14 % de proteína con una concentración energética de 2600 Kcal EM/Kg de alimento y en otro balanceado con 16 % de proteína con una concentración energética de 2800 Kcal EM/Kg de alimento a una temperatura ambiente de 18 °C.

Scott, M. et al. (1982), propone que los requerimientos de proteína para ponedoras y reproductores de la línea Leghorn (blanca) durante el primer período sea de 16.5 % de proteína con 2800 (EM cal/Kg) y para el segundo período 15 % y de 2800 (EM cal/Kg).

### **D. EFECTO DE LA FIBRA**

Un elevado contenido de fibra bruta en la dieta provoca un incremento en la descamación de las células del epitelio intestinal (De Blas, C. y Mateos, G. 1991), originando también una mayor secreción de mucina en el intestino, por lo que las

pérdidas endógenas de aminoácidos aumentan. Igualmente ha podido comprobarse que cuando el porcentaje de lignina en el total de la fibra bruta es alto se produce una absorción de aminoácidos y péptidos sencillos, con lo que se impide la absorción intestinal.

La lignina que es totalmente indigestible, tiene un carácter hidrófobo y como consecuencia de ello se pueden formar uniones de las moléculas con aminoácidos. También en estudios in vitro, parece haberse demostrado que la fibra puede absorber la tripsina y quimotripsina, con lo que la actividad del jugo pancreático segregado se ve notablemente reducida. También otras sustancias, como las pectinas, que quedan incluidas dentro del término tan amplio de la fibra bruta, pueden formar geles y de esta forma dificultar la acción de las enzimas digestivas.

Por otra parte, la fibra de la dieta puede impedir el acceso a las proteínas de las enzimas proteolíticas como consecuencia de una acción física. Así, la proteína contenida en las células de aleurona, que están rodeando al germen de los granos de cereales, no puede ser digerida en tanto no es destruida la gruesa membrana celulósica de estas células, además, un cierto porcentaje de esta proteína puede estar unida a la matriz celulósica de las células de aleurona.

Existe también una influencia de la forma física de presentación del alimento, ya que cuando éste es granulado, se produce una mejor ruptura de las células de aleurona, lo cual ha podido ser demostrado mediante el análisis microscópico de la digesta intestinal y de las heces.

## **E. NECESIDADES DE CALCIO Y FÓSFORO EN LAS GALLINAS PONEDORAS**

Underwood, E. (1999), señala que las funciones de Ca y P, desde el punto de vista cuantitativo, por su requerimiento para la base mineral de los tejidos esqueléticos, que sus numerosas actividades en los tejidos blandos y fluidos del cuerpo han sido en cierta forma ignoradas por los nutricionistas involucrados con las necesidades dietarias. Por ejemplo, Ca juega un rol importantísimo en señalamiento celular y un rol extracelular en la transmisión de los impulsos nerviosos. El P participa en un amplio rango de reacciones metabólicas

relacionadas con la transferencia de energía. Cada evento fisiológico que envuelva la ganancia o pérdida de energía y prácticamente todas las formas de intercambio de energía en la célula incluye la formación o rotura de enlaces fosfato de alta energía. Además el P forma parte de moléculas proteicas, de los ácidos nucleicos y sus derivados, los que están involucrados en la división celular y la transmisión del código genético.

Las funciones desempeñadas por los minerales sólo pueden ser completamente llenadas si las finitas cantidades ingeridas son suficientes para mantenerse a tono con las necesidades del crecimiento y desarrollo corporales y la reproducción de las especies, así como para reemplazar las “pérdidas” que se producen, ya sea como productos “cosechados” (leche, huevos, fibras) o los perdidos por los procesos propios de la vida animal.

Underwood, E. et al. (1999), indica que el requerimiento de P de la gallina ponedora tiende a seguir un patrón uniforme con el inicio de la puesta, permaneciendo como una proporción constante de la dieta, pero los requerimientos de Ca se incrementan notablemente.

De Blas, C. et al. (1991), señalan que el metabolismo del Ca y P está estrechamente relacionado y regulado en parte por la vitamina D. El Ca y el P son necesarios para la formación y mantenimiento del esqueleto y para la formación de la cáscara del huevo. El contenido de Ca y P del huevo es notablemente distinto (el huevo contiene unos 2 g de Ca, la mayoría en la cáscara y tan solo 0,12 g de P, la mayoría en la clara y en la yema), y, por ello las necesidades de Ca son más elevadas. Por otro lado, el contenido de Ca de los cereales, que suponen alrededor del 65% de la ración, es notablemente menor que en P (0,02 y 0,04 % de Ca en maíz y trigo, respectivamente, frente a 0,3 y 0,4 % de P en ambos cereales. Sin embargo, las necesidades de P aumentan en animales con altas producciones y la disponibilidad de P de los vegetales es baja, por lo que la suplementación de las dietas de ponedoras con P inorgánico es igualmente esencial.

El mismo autor asegura que una deficiencia de P puede manifestarse por un descenso del nivel de P inorgánico en plasma (de 4-6 a 2-3 mg/100ml), mientras que la respuesta de la concentración de Ca en plasma es mucho menos clara, ya que los mecanismos que regulan su homeostasis son más efectivos. Las ponedoras tienen unos niveles de Ca en plasma elevados y variables (20-30 mg/100ml), excepto en el período de calcificación de la cáscara. Seguidamente se dan datos sobre los niveles recomendados de Ca y P en las dietas de gallinas ponedoras (NRC. 1994).

Calcio : 3,75 g/día a 4,2 g/día

P total : 0,60 g/día

P disponible : 0,35 g/día

Los niveles de Ca y P de los piensos de ponedoras deben ajustarse en función de la temperatura ambiente. Las altas temperaturas influyen negativamente sobre el tamaño del huevo y la calidad de la cáscara, posiblemente a través de su relación con el consumo de alimento y la actividad de la glándula tiroides. La recomendación más común es elevar un 10 a 15 % los aportes de Ca y P cuando las temperaturas sobrepasan los 25 °C.

La fuente más común de Ca es el carbonato cálcico que tiene una buena disponibilidad (del 90 al 100 %) y un contenido de Ca del 38-39 %. Por lo tanto, Si tratamos de cubrir las necesidades de Ca a una ración convencional, el aporte deberá ser del orden del 6,5 – 7 %, lo que supone un deterioro de la textura, disminución de la apetecibilidad, problemas de homogenización, (sobre todo si el pienso se presenta en forma de harina), aunque desde el punto de vista económico y de manejo, es la solución más adecuada. Sin embargo, la práctica de añadir en los comederos una fuente de Ca independiente del aporte de pienso aunque tiene los inconvenientes de interferir con la distribución automática del pienso y requiera mano de obra adicional, incrementa la producción de huevos y la solidez de la cáscara (Scott, S. 1982). Esta técnica se basa en el apetito específico por el calcio que tiene la gallina ponedora, que es capaz de regular su consumo (Ca) según sus necesidades. Normalmente se reemplaza de 1/3 a 2/3 del  $\text{CO}_3\text{Ca}$  necesario, que debe añadirse al pienso por medio de una fuente

biológica que suele ser conchilla de ostras. Esta técnica tiene un efecto ahorrador de Ca. Es recomendable no moler finamente la fuente biológica, ya que las partículas grandes permanecen más tiempo en la molleja suministrando una fuente de Ca más constante. Dado que la inclusión de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  en la dieta aumenta con los niveles de producción, con la concentración energética del pienso y las altas temperaturas, es cuando se reúnen todas estas circunstancias cuando esta técnica tiene mayor sentido. Por último trabajos de (De Blas, C. et al. 1991), sugieren el interés de suministrar esta fuente de Ca por la tarde, cuando se inicia la formación de la cáscara, evitando en parte la necesidad de depositar Ca en el esqueleto y luego movilizarlo.

Otro aspecto es que la cantidad de Ca depositado en la cáscara aumenta con la edad, aunque el Ca depositado por día sea más elevado en el máximo de producción (mes 3). Ya que el nivel de producción no debería ser un factor determinante de las necesidades diarias, éstas pasarían de 3,75 g/d en el máximo de producción a 4,0 y 4,25 entre las semanas 37 y 52 y a partir de la 53 en adelante, respectivamente. Si se tiene en cuenta esta variación, sería preciso rebajar los aportes de P disponible a 400 y 300 mg/d. La razón por lo que los aportes de P deben disminuir con la edad es su posible efecto negativo sobre la calcificación de la cáscara. Bien favoreciendo la movilización de Ca óseo, bien activando la formación del metabolito activo de la vitamina  $\text{D}_3$ , sin embargo, niveles inferiores a 400 mg P/d no mejoran la calidad de la cáscara. (De Blas, C. y Mateos, G. 1991). Con niveles bajos de Ca las ponedoras (que tienen apetito específico de Ca) aumentan el consumo de pienso hasta un 30 % (con riesgo de engrasamiento y sin respuestas productivas positivas). La tercera solución se ha sugerido que puede provocar una calcificación renal.

## **1. Necesidades de Fósforo**

Keshavarz, K. y Nakajima, S. (1998), manifiestan que el fósforo es necesario para la gallina ponedora para depositar el calcio en los huesos durante el día, después que el calcio ha sido retirado de los huesos durante la noche, en numerosos procesos metabólicos. Entre ellos, destacamos el mantenimiento del equilibrio ácido-base, la capacidad tampón, el mantenimiento de la calidad de la cáscara y

la participación en los procesos de intercambio de energía. El exceso no es sólo caro y contaminante sino que además influye negativamente sobre los procesos de calcificación y de formación de la cáscara, dando lugar, a un aumento de su nivel circulante en la sangre y como consecuencia de ello, se frena la movilización ósea implicada en el aprovisionamiento de calcio al útero, ello da lugar a una disminución del depósito de calcio en la cáscara.

Van der Klis and Versteegh. (1996), establecen que los alimentos para aves deberían contener el fósforo suficiente requerido por éstas durante todas las fases de producción. Una deficiencia causaría pérdidas en la productividad animal mientras que los excesos conducirían a una menor eficiencia en la absorción lo que resultaría en concentraciones más elevadas de fósforo en las heces. El ratio calcio / fósforo en las dietas para aves de corral puede variar en un rango bastante amplio sin causar serios daños. Sin embargo, cuando cada elemento está presente en gran exceso, interfiere en la absorción del otro desde el tracto digestivo.

FEDNA. (1994), manifiesta que las necesidades de fósforo dependerán del nivel de explotación y de las necesidades de reconstitución del fósforo óseo. La exportación de fósforo se estima en 150 mg por huevo producido. La reconstitución del hueso medular se realiza a través del fósforo de la ración y en los momentos en los que la ponedora no está formando cáscara. Con relación a la cantidad de fósforo que ingiere el ave su aportación en el huevo es escasa, la finalidad de este mineral es fundamentalmente la de reconstruir el esqueleto, cuando existe una carencia la productividad baja y aumenta la mortalidad. El nivel de fósforo en la ración debe ser de 0,25 a 0,20% para una ración con un nivel energético de 2700 Kcal. Varios estudios sugieren que el nivel del fósforo se puede reducir con la edad de la gallina, sin efectos negativos claros sobre la calidad de la cáscara de huevo. En la práctica, esta reducción del nivel de fósforo en la dieta, se acompaña con un incremento en los niveles de calcio en la dieta, a través de conchas de moluscos o granulado de calcita. Por lo tanto recomendamos:

- Utilizar alimento prepesta rico en fósforo para permitir el desarrollo del hueso medular constituidos por fosfatos tricálcico.
- Las necesidades de fósforo son menores si se utiliza calcio en forma de partículas.

## **2. Fuentes de Fósforo**

Summers, J. y Diaz, G. (1999), manifiestan que las fuentes de P son numerosas y se clasifican en orgánicas (vegetal o animal) e inorgánicas (mineral) Las fuentes vegetales de P tienen el inconveniente de su disponibilidad variable y normalmente baja en monogástricos. Se debe a que un porcentaje alto del P se encuentra en forma de fitatos (derivado del inositol) que son moléculas básicamente indigestibles en aves ya que su sistema enzimático carece de fitasas en cantidades apreciables. Ciertas fuentes vegetales (alfalfa, trigo) son ricas en fitasas y por tanto la disponibilidad del P que contienen es alta. Sin embargo, esta alta disponibilidad resulta engañosa cuando esas materias primas son utilizadas en piensos granulados a altas temperaturas ya que las fitasas se destruyen fácilmente por la acción del calor.

## **F. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS NIVELES DE FÓSFORO**

Según el sitio <http://fmcforet.com/aplicaciones/Aves%20Corral.htm>, menciona que como resultado de presiones medioambientales, se ha exigido a los formuladores la reducción del contenido total de fosfato en el alimento sin reducir los niveles de fósforo aprovechable. Esto se puede alcanzar usando fosfatos alimenticios altamente asimilables o haciendo uso de fitasas exógenas. Sin embargo cuando se añaden fitasas a una dieta se debe tener cuidado de no sobre valorar su capacidad de facilitar fósforo mediante liberación enzimática. Como ejemplo del posible efecto en la nutrición del fósforo por el cambio en la formulación, el aumento en el uso de cereales en la alimentación tiene una gran influencia por su efecto en la viscosidad en el intestino.

## G. CALIDAD DE LA CÁSCARA

### 1. Calcio

FEDNA. (1994), indica que el 95% de la cáscara está formada por materias minerales. (Cuadro 6). Teniendo en cuenta que la gallina exporta diariamente 2,17 g/día de calcio y 150 mg/día de fósforo, en un año de puesta una buena ponedora exporta 740 g de calcio y 50 g de fósforo. La formación de la cáscara dura 12 horas y empieza unas 10 horas después de la ovulación. La calcificación empieza al final de la tarde, y termina unas 3 horas antes de la puesta del huevo. Por otro lado, está comprobado que la gallina sabe instintivamente elegir su calcio cuando tiene más necesidad, lo que se corresponde con el inicio de la formación de la cáscara.

Cuadro 6. COMPOSICIÓN DE LA CÁSCARA DEL HUEVO.

CARACTERÍSTICA	PORCENTAJE	POR HUEVO
Peso de la cáscara	---	6,00 g
Materias minerales	95,1	5,70 g
Carbonato cálcico	93,6	5,60 g
Carbonato de magnesio	0,8	48 mg
Calcio	37,3	2,24 g
Magnesio	0,35	21 mg
Fósforo	0,35	21 mg

Fuente: FEDNA. (1994).

Las necesidades de calcio de las gallinas ponedoras se han establecido fundamentalmente sobre la base de las respuestas óptimas en producción de huevos y calidad de la cáscara. La cáscara del huevo está compuesta principalmente de carbonato cálcico y constituye alrededor del 10% del peso del huevo. Por tanto, una gallina que produzca un huevo de 56 g necesitará consumir al menos 2,2 g de calcio por día para mantener su balance de calcio. Cuando el calcio se suministra en forma de carbonato en polvo, una retención del orden del

60% significa que el contenido de calcio en la dieta debe ser de al menos 3,75% cuando el consumo diario de pienso es de 100 g. Varios estudios recientes muestran pequeñas mejoras de la calidad de la cáscara para consumos de calcio por encima de 4 g/d (Cheng, T. y Coon, C. 1990; Frost, T. y Roland, D. 1990).

Uno de los problemas en la nutrición del calcio es mantener una retención adecuada, particularmente en gallinas viejas que producen huevos con mayor tamaño de cáscara. Parte del problema puede estar originado en que la cáscara se forma durante la noche, cuando el periodo de absorción de calcio de la dieta ya ha finalizado. Para solucionarlo, se ha hecho cada vez más habitual suministrar el calcio en forma de partículas, tales como partículas de conchilla de ostras o gránulos de carbonato cálcico. Esto permite reducir la velocidad de disolución del calcio en el tracto digestivo y retrasar su absorción casi hasta el tiempo en el que el calcio se necesita para la formación de la cáscara. Hay varios estudios que muestran mejoras en las características de la cáscara (peso y dureza) cuando el calcio se suministra en forma de partículas (Cheng, T. y Coon, C. 1990; Guiñote, F. y Nys, Y. 1991). Sorprendentemente, la solubilidad química de diferentes productos no parece estar relacionada con las respuestas obtenidas (Cheng, T. y Coon, C. 1990), por lo que parece que las aves son capaces de adaptarse fácilmente cuando el carbonato cálcico de la dieta se cambia de productos de alta a baja solubilidad.

Rao, K. y Roland, D. (1990), manifiestan que han encontrado evidencias de que las estimaciones *in Vitro* de la solubilidad no son buenas predictoras de la solubilidad *in vivo*. Existen también evidencias de que el status cálcico de las gallinas tiene una influencia importante sobre la solubilización y retención del calcio, de modo que gallinas con déficit pueden aumentar la absorción y retención del calcio de la dieta.

## **2. Fósforo**

El principal principio establecido en la nutrición del fósforo de las gallinas es que su exceso en la dieta puede perjudicar la calidad de la cáscara.

Como consecuencia, se ha subrayado la necesidad de minimizar el consumo de fósforo para maximizar la calidad, y también para reducir la contaminación asociada a su excreción. Las recomendaciones para consumo diario de fósforo no fítico se han reducido recientemente desde 350 mg hasta 250 mg (NRC, 1994).

FEDNA. (1994), establece que altos niveles de fósforo son perjudiciales para la calidad de la cáscara. Durante el estrés térmico, la gallina incrementa el empleo del hueso medular como reserva de calcio, y como consecuencia aumenta el nivel del fósforo en circulación, en detrimento de la dureza de la cáscara. (Cuadro 7).

## **H. DISMINUCIÓN DEL FÓSFORO DISPONIBLE**

FEDNA. (1994), recomienda incrementar la concentración de oligoelementos y vitaminas en el premix de acuerdo con los cambios previstos en la ingesta. Mantener los niveles de ingesta de calcio en 3,5 g y fósforo disponible en 400 mg.

### **1. Tasa de fósforo disponible**

NRC. (1994), señala que para asegurar un nivel suficiente, y la formación del hueso medular, el aporte de fósforo disponible debería estar en los límites de 0,35 g/día. Al final de la puesta estos aportes pueden reducirse a 0,275 g/día.

### **2. Efecto del contenido en fósforo asimilable en el rendimiento de las gallinas ponedoras**

<http://www.fmcforet.com/aplicaciones/aves%20corral.htm>. (1996), señala que las dietas típicas para ponedoras contienen actualmente sólo un 3,5 gr/Kg. de fósforo aprovechable. Sin embargo, cuando se reduce el contenido de fósforo aprovechable a este nivel, es necesario tener en cuenta la producción, economía y salud del animal, ya que a mayores niveles de Fósforo algunas características productivas son beneficiadas, como se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 7. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CÁSCARA.

FACTOR	RECOMENDACIONES		
<b>Hueso Medular</b>	Distribuir un alimento rico en calcio desde la aparición de los primeros huevos		
<b>Calcio</b>	-2/3 de la ración del calcio debe ser en forma de partículas - ahorra fósforo - Talla >2 a 4 mm - Recomendaciones: 19-50 semanas : 3,8 -4,2 g/d desp. 50 semanas : 4,2 - 4,6 g/d		
<b>Fósforo</b>	- Las necesidades dependen de la forma de aporte del carbonato - Recomendaciones:		
		<b>19-50 s.</b>	<b>Después 50s.</b>
	Carbonato polvo	0,42g	0,38g
	Carbonato partícula	0,36g	0,34g
	- Una deficiencia de fósforo es responsable de una desmineralización (fragilidad ósea y mortalidad). - Cuidado con variabilidad de las materias primas		
<b>Cloro</b>	- Un exceso de cloro es perjudicial para la calidad de la cáscara - Mantener un nivel de cloro débil: 170 mg/día		
<b>Programa luminoso</b>	- Ciclos de 3 h. 30min. de luz, seguidas por 2h.30 min. de oscuridad conlleva a una mejora importante de la calidad de la cáscara Reducción del 1% de puesta compensada por un aumento del peso del huevo.		

Fuente: Joly, P. (1994).

Cuadro 8. EFECTO DEL CONTENIDO EN FÓSFORO ASIMILABLE EN EL RENDIMIENTO DE LAS GALLINAS PONEDORAS.

FÓSFORO APROVECHABLE (g/Kg.)	NIVELES		
	3.5	4.5	5.5
Número de huevos por ave	65.7	68.3	67.3
Peso promedio del huevo (g.)	65.8	65.6	66.8
Peso total del huevo por ave (Kg.)	4.32	4.48	4.49
Alimentación por ave doméstica (Kg.)	10.8	11.2	11.1
FCR ( Kg. alimento/Kg. Huevo )	2.51	2.51	2.47
Mortalidad ( % )	0.85	0.43	0.44

Fuente: <http://www.fmcforet.com/aplicaciones/aves%20corral.htm>. (1991).

### 3. Recomendaciones de Calcio y fósforo

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

En el Gráfico 1 se aprecia que las necesidades de Calcio en g/día, se incrementan a partir de la veinteava semana hasta más de la cincuentava semana en las diferentes líneas de gallinas ponedoras, siendo la línea Hy-Line Brown la que mayores necesidades de este mineral tiene a partir de la cincuentava semana, por otro lado los niveles de fósforo disponible decrecen a medida que se incrementan las semanas de producción a partir del inicio de postura hasta la cincuentava semana de producción.

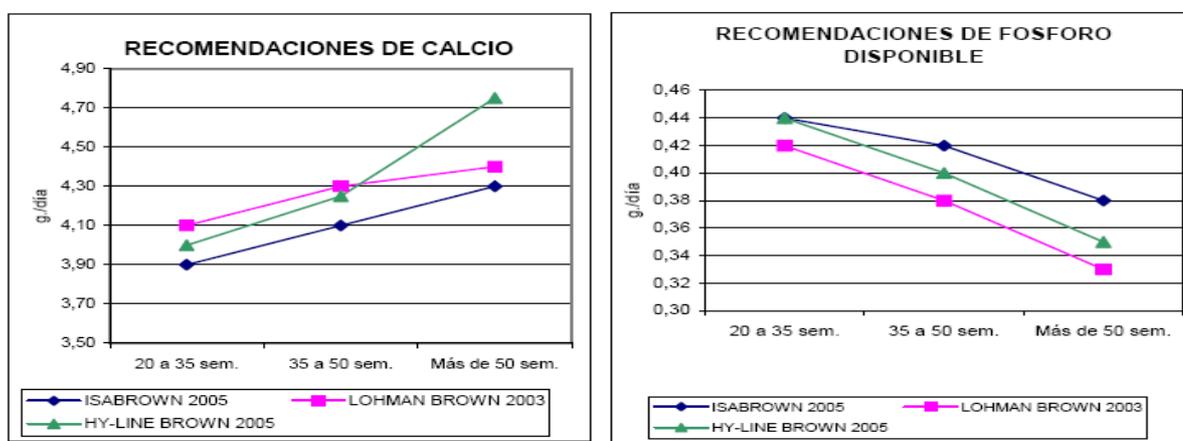


Gráfico 1. Necesidades diarias de calcio y fósforo en ponedoras de diferentes líneas.

### 4. Necesidades de fósforo (P)

FEDNA. (1994), señala que la carencia de fósforo se manifiesta en un aumento de la fragilidad ósea; por el contrario un exceso de fósforo se traduce en una degradación de la solidez de la cáscara. En el cuadro 9 se resumen los resultados de una prueba realizada por Hartel, J. (1989), en la que se especifican los rendimientos de un lote de ponedoras alimentadas con distintos niveles de fósforo

disponible, donde se puede apreciar que a medida que se incrementan los niveles de fósforo hay algunas características favorables como calidad de la cáscara, masa de los huevos, menor frecuencia de ruptura, sin embargo hay características que desfavorecen la producción con el nivel 0.58 %, debido a que existe mayor mortalidad, y un índice de conversión no eficiente en relación al obtenido con niveles inferiores.

Cuadro 9. INFLUENCIA DEL NIVEL DE FÓSFORO DISPONIBLE SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE Ponedoras (Hartel, J. 1989).

En % de la ración	Valor en fósforo disponible					
	0,08	0,18	0,28	0,38	0,48	0,58
Mortalidad %	51,60	7,40	5,10	3,90	3,90	5,50
Masa Huevo(g/d)	22,60	45,90	50,90	51,60	52,80	53,20
Consumo (g/d)	86,10	113,60	118,50	119,20	120,40	121,70
I. Conversión	4,37	2,51	2,33	2,32	2,28	2,31
F. Ruptura (k)	3,94	3,80	3,79	3,74	3,74	3,66
Espesor (mm)	3,88	3,84	3,81	3,78	3,78	3,76

Fuente: Hartel, J. (1989).

Vinueza, M. (2007), en su estudio de la evaluación de grasa zootécnica en la segunda fase de producción de gallinas Lohmann Brown en niveles del 4 y 5%, utilizó niveles de 0.59 y 0.57 % de fósforo disponible respectivamente, obteniendo promedios para el 5% de grasa zootécnica de: Porcentaje de gallinas en producción de 98.20 %, una ganancia de peso de las aves de 0.288 Kg., peso de los huevos de 65.68 g y una conversión alimenticia de 1620 g de alimento/docena de huevos producidos.

Asimismo Pérez, J. y Nuñez, J. (1997), determinaron un rango entre 80.36 y 81.06 % de gallinas en producción al estudiar diferentes niveles de afrecho de maíz, con adición del 0.45% de fósforo disponible en la dieta.

Por otro lado Cushpa, W. (2000), determinó un índice de conversión alimenticia de 1.71 para el tratamiento control a 2.18 al emplear el 16% de coturnaza utilizando niveles de 0.45% de fósforo disponible en la dieta.

##### **5. Nivel óptimo de fósforo disponible aparente en gallinas Leghorn blanca de la línea Hy line W 36 durante el primer ciclo de producción**

Las necesidades de fósforo disponible aparente para maximizar la producción de huevo en gallinas Hy line W 36 son menores a 0,25% y son diferentes en función del objetivo de producción. Para maximizar la producción de huevos se debe usar una dieta con 0,18% y si se quiere una buena calidad del cascarón el nivel adecuado es 0,23%. El nivel óptimo económico (0,18%) es sensible a los cambios del precio del huevo y del fosfato monocálcico. Esto implica que en dietas comerciales para gallinas en postura durante el primer ciclo de producción se debe reducir el nivel de fósforo disponible aparente a 0,18%, es decir suplementar 0,34% de fosfato monocálcico a una dieta sorgo – pasta de soya, con un beneficio económico y una reducción en la contaminación ambiental al emplear menos fósforo inorgánico (Valdes, V. et al. 2006).

##### **6. Nivel óptimo y biológico de fósforo en gallinas Leghorn blancas en el segundo ciclo de postura**

El nivel óptimo biológico de fósforo disponible para máxima producción de huevo acumulada fue 0,38%, y para gravedad específica fue 0,24%. El nivel óptimo biológico de fósforo para maximizar la producción de huevos (0,38%) es diferente al nivel óptimo económico (0,34%). El nivel óptimo económico de fósforo en la dieta fue sensible a la variación en el precio del huevo (Valdes, V. et al. 2006).

En relación a las diferentes investigaciones citadas, se puede reducir los niveles de fósforo disponible en la dieta para aves de postura, conociendo que los requerimientos para estos animales son inferiores en función al avance de las diferentes fases de producción, presentando iguales o mejores parámetros productivos, por lo que podemos disminuir los niveles de fósforo disponible en las dietas, en relación a lo que recomiendan las casa comerciales y que es objeto del presente estudio.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La presente investigación se llevó a cabo en el Programa Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la ciudad de Riobamba, Panamericana Sur Km. 1.5, provincia de Chimborazo, y tuvo una duración de 22 semanas que abarca el segundo ciclo de producción. Las condiciones meteorológicas imperantes en la zona se reportan en el siguiente Cuadro:

Cuadro 10. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESPOCH.

<b>Parámetro</b>	<b>Promedio</b>
Temperatura, °C	13.4
Humedad relativa, %	66.2
Precipitación, mm/año	358.8
Heliofanía, Horas luz	8.5

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH. (2006).

#### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Para el presente trabajo se utilizaron 80 gallinas Lohmann Brown de 42 semanas de edad las mismas que se encontraban alojadas en jaulas. Distribuidas en 4 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, utilizando para cada tratamiento 20 aves. Cada unidad experimental estuvo conformada por 5 animales.

#### **C. MATERIALES Y EQUIPOS**

Los materiales y equipos tanto de campo como de oficina que se utilizaron en el presente estudio de investigación se detallan a continuación:

## 1. De campo

- Balanza
- Balanceado
- Fósforo (P)
- Jaulas
- Equipo sanitario y veterinario
- Cámara fotográfica
- Planta de balanceados

## 2. De oficina

- Computadora

## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos que se evaluaron en el presente trabajo investigativo, estuvieron conformados por la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible (0.20, 0.25, 0.30, 0.45%), por lo que hubo 3 tratamientos experimentales y un testigo, con 4 repeticiones cada uno, y se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) cuyo modelo lineal aditivo es:

$$X_{ij} = u + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$X_{ij}$  = Variable dependiente

$u$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

### 1. Esquema del experimento

El esquema del experimento realizado se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	T.U.E	# Rep.	Anim./Trat.
0.20	P1	5	4	20
0.25	P2	5	4	20
0.30	P3	5	4	20
0.45	P4 (TESTIGO)	5	4	20
<b>TOTAL ANIMALES</b>				<b>80</b>

## **2. Composición de las raciones de las gallinas Lohmann Brown**

Las raciones experimentales utilizadas en la presente investigación se calcularon y elaboraron en la Planta de Balanceados de la FCP de la ESPOCH, de acuerdo a los requerimientos nutritivos de las gallinas Lohmann Brown y en base a los tratamientos bajo estudio. (Cuadro 12 y 13).

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Las variables que se estudiaron en la utilización de diferentes niveles de fósforo son las siguientes:

- Peso inicial, kg.
- Peso final, kg.
- Consumo de alimento, g/ave/semana.
- Producción de huevos ave/semana.
- Tamaño del huevo.
- Peso del huevo, g.
- Dureza de la cáscara.
- Conversión alimenticia (por docena de huevos).
- Contenido de fósforo en las excretas, %.
- Mortalidad.
- Análisis de costos por docena de huevos, \$.
- Relación beneficio costo.

Cuadro 12. COMPOSICIÓN DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES PARA GALLINAS LOHMANN BROWN DURANTE LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN.

Materia prima	Niveles de fósforo disponible			
	P4 0.45	P3 0.30	P2 0.25	P1 0.20
Maíz, %	49.6	49.2	49.2	49.2
Afrecho de trigo, %	3.4	4.3	4.5	4.55
Polvillo de arroz, %	7.0	7.0	7.0	7.0
H. de pescado (pampa) %	2.22	2.0	2.0	2.0
Torta de soya, %	23.6	23.7	23.7	23.7
Sal yodada, %	0.25	0.25	0.25	0.25
Conchilla, %	6.0	6.0	6.0	6.0
Metionina, %	0.2	0.2	0.2	0.2
Fosfato dicálcico,%	1.5	0.7	0.4	0.15
Vitaminas, %	0.15	0.15	0.15	0.15
Promotor, %	0.03	0.03	0.03	0.03
Agrisalvan, %	0.05	0.05	0.05	0.05
Melaza, %	3.2	3.12	3.12	3.12
Carbonato de calcio, %	2.8	3.3	3.4	3.6

Fuente: Planta de Balanceados de la F.C.P. (2007).

Cuadro 13. ANÁLISIS CALCULADO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES Y REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS GALLINAS LOHMANN BROWN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN.

NUTRIENTES	ANÁLISIS CALCULADO				REQUERIMIENTO
	P4 (0.45)	P3 (0.30)	P2 (0.25)	P1 (0.20)	
Energía, Kcal/Kg	2749.56	2751.37	2756.1	2757.17	2750
Proteína, %	17.04	17.08	17.11	17.11	17.0
Grasa, %	2.99	2.99	3.0	3.0	3.0
Fibra, %	3.73	3.82	3.84	3.84	Máx 5
Calcio, %	3.24	3.26	3.24	3.27	3.25
Fósforo, %	0.45	0.30	0.25	0.20	0.45
Met + Cist, %	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Lisina, %	1.01	1.01	1.01	1.01	0.7

Fuente: Planta de Balanceados de la F.C.P. (2007).

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- ADEVA de las diferencias de las medias. (Cuadro 14).
- Comparaciones ortogonales. (Cuadro 15).
- Análisis de la regresión.

Cuadro 14. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	15
Tratamientos	3
Error Experimental	12

Cuadro 15. ESQUEMA DE LAS COMPARACIONES ORTOGONALES.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	15
Tratamientos	3
P <sub>4</sub> vs. P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub>	1
P <sub>3</sub> vs. P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub>	1
P <sub>1</sub> vs. P <sub>2</sub>	1
Error	12

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Descripción del experimento

- Utilización de aves de la línea Lohmann Brown de 42 semanas de edad.
- Adaptación de los animales durante siete días para cada tratamiento.

- Suministro de balanceado a razón de 120g/ave/día según las recomendaciones, variando únicamente el nivel de fósforo disponible de acuerdo con los tratamientos. Los comederos utilizados fueron de tipo tolva.
- Se recolectó el desperdicio de cada tratamiento para ser pesado cada semana.
- El consumo de alimento se determinó en base a la cantidad de alimento proporcionado y tomando en consideración el sobrante.
- La conversión alimenticia se estableció con relación al alimento consumido y dividido para la producción de huevos en docenas.
- Se administró agua a voluntad a través de bebederos automáticos tipo copa ubicada en la parte interna de cada jaula.
- El pesaje de las aves se realizó al inicio de la investigación y luego cada 15 días hasta el final de la fase de producción (42-64 semanas respectivamente), para lo cual se utilizó una balanza de 5 kg de capacidad y una precisión de 1g.
- La producción de huevos se controló diariamente a razón de dos veces por día a las 10:00 y 14:00 horas; se colocó en cubetas de cartón con capacidad de 30 huevos cada una, para luego ser contados y pesados.
- La mortalidad se controló mediante la observación visual diaria en cada jaula.

## **2. Programa sanitario**

Previo al inicio del experimento se realizó una limpieza rigurosa de todo el lugar, en especial de las jaulas, para el efecto se utilizó yodo al 10%, del mismo modo se desinfectaron los materiales, equipos e implementos.

La limpieza del galpón se efectuó periódicamente al igual que los bebederos para evitar la acumulación del alimento y su posterior taponamiento.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS LOHMANN BROWN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN, EN LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL ÓPTIMO DE FÓSFORO DISPONIBLE EN LA DIETA.**

En la evaluación del comportamiento productivo de gallinas Lohmann Brown, se obtuvieron diferencias estadísticas en los diferentes parámetros, mediante la utilización de contrastes ortogonales, lo que nos permitió agrupar los niveles bajos de fósforo utilizados en la presente investigación, a fin de identificar los niveles óptimos de fósforo disponible en la dieta, con los cuales se obtienen los mejores rendimientos productivos.

###### **1. Evaluación del peso corporal**

En el peso inicial de las gallinas Lohmann Brown a las 42 semanas de edad, presentaron un promedio de 1937.25 g para los diferentes tratamientos respectivamente, disponiéndose de unidades experimentales homogéneas en cuanto a esta variable al obtenerse un coeficiente de variación de 0.56 %. Cuadro 16.

Por otro lado los promedios del peso final de las gallinas Lohmann Brown a las 64 semanas no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), registrándose pesos homogéneos en los diferentes grupos de aves utilizadas en la presente investigación, alcanzando un peso promedio de 2049.40 g. Cuadro 16.

El promedio para el peso final de gallinas Lohmann Brown obtenido en el presente estudio está dentro de los parámetros normales expuestos en la guía de manejo de gallinas Lohmann Brown. (1995), en donde se expone que la línea es el resultado de los cruces de las razas Leghorn blanca (hembra) x Warren rojo (macho), y el peso de las aves en la segunda fase de producción debe estar en el rango de (1905 – 2105 g.).

En la ganancia de peso al finalizar las 22 semanas de experimentación, los niveles de fósforo presentaron diferencias estadísticas en las distintas comparaciones ortogonales ( $P < 0.01$ ), así la ganancia de peso de las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 con 119.30 g superan estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2P3 que alcanzaron una ganancia de peso de 109.77 g. Por otro lado la ganancia de peso de las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P3 con 118.80 g superan estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2 que alcanzaron una ganancia de peso de 105.25 g. Finalmente no se determinó diferencia estadística entre los tratamientos P1 y P2 que alcanzaron una ganancia de peso de 104.85 y 105.65 g respectivamente. Cuadro 16. Gráfico 2.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son inferiores a los reportados por Vinueza, M. (2007), en su estudio de la evaluación de grasa zootécnica en la segunda fase de producción de gallinas Lohmann Brown, obteniendo un promedio de ganancia de peso de las aves de 0.288 Kg., con inclusión del 5% de grasa zootécnica, lo que pudo haber sido favorecido por la inclusión de grasa que mejoró estos parámetros.

Mediante análisis de correlación, se determinó significancia ( $P < 0.01$ ) entre la ganancia de peso de las gallinas Lohmann Brown y los diferentes niveles de fósforo disponible utilizados en la presente investigación, alcanzando un índice de 0.798, lo que significa que existe una asociación lineal positiva con los niveles progresivos de fósforo disponible utilizado en las dietas. Anexo 3.

Mediante análisis de regresión se estableció un modelo de tercer orden para la predicción de la ganancia de peso en función de los niveles de fósforo disponible evaluados, alcanzando un coeficiente de determinación de 94.0 % que indica la cantidad de varianza explicada por el mismo. Gráfico 3. El modelo de regresión obtenido es el siguiente:

$$GP = 451,3 - 3884 P + 13775 P^2 - 15073 P^3$$

Donde:

GP: Ganancia de peso en gallinas Lohmann Brown

P: Nivel de fósforo disponible en la dieta.

El presente modelo de regresión determinó que el nivel óptimo de fósforo disponible para obtener la máxima ganancia de peso en gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción es de 0.39%, que indica el punto donde la pendiente del modelo comienza a ser negativa.

## **2. Consumo de alimento**

En el consumo diario y total de alimento, el empleo de los diferentes niveles de fósforo no presentó diferencias estadísticas, así en las diferentes comparaciones ortogonales realizadas, los promedios de consumo de alimento diario y total en las gallinas Lohmann Brown fueron de 120.44 g/ave y 18.55 Kg./ave respectivamente. Cuadro 16. Gráfico 4.

El consumo de alimento de las gallinas en la presente investigación está dentro de los parámetros normales recomendados en Lohmann Export GMBH. (1993), en donde se señala que esta línea de ponedoras comerciales durante el periodo de producción tiene un consumo diario de alimento de 115 a 122 gramos.

## **3. Producción de huevos**

Dentro de la producción de huevos es necesario relacionar algunas variables productivas, lo que nos permite tener una mejor apreciación de los rendimientos productivos de las gallinas como se detalla a continuación:

### **a. Porcentaje de gallinas en producción**

En el porcentaje de producción durante las 22 semanas de investigación, los niveles de fósforo, presentaron diferencia estadística en las diferentes comparaciones ortogonales ( $P < 0.01$ ), así el porcentaje de producción en las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 con 85.93 % supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2P3 que alcanzó un nivel de producción de 82.76%. Por su parte el porcentaje de producción en las gallinas Lohmann

Brown del tratamiento P3 con 86.11 %, supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2 que alcanzó un nivel de producción del 81.08 %. En última instancia no se determinó diferencia estadística entre los tratamientos P1 y P2 que alcanzaron niveles de producción de huevos de 80.94 y 81.2 % en su orden. Cuadro 16. Gráfico 5.

Estos resultados son inferiores a los reportados en Lohmann Export GMBH. (1993), que indica que esta línea de ponedoras alcanza el pico de producción de 90 a 93% a las treinta semanas de edad, debido a que esta investigación se realizó a partir de las 42 semanas, en donde el pico de producción ha declinado.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son inferiores a los reportados por Vinueza, M. (2007), en su estudio de la evaluación de grasa zootécnica en la segunda fase de producción de gallinas Lohmann Brown, obteniendo un porcentaje de gallinas en producción de 98.20 %, con inclusión del 5% de grasa zootécnica, lo que mejoró sustancialmente este parámetro en la segunda fase de producción.

Asimismo Pérez, J. y Nuñez, J. (1997), determinaron un rango entre 80.36 y 81.06 % de gallinas en producción al estudiar diferentes niveles de afrecho de maíz, con adición del 0.45% de fósforo disponible en la dieta, teniendo similar comportamiento a los niveles bajos de fósforo utilizados en el presente estudio.

Se determinó significancia en la correlación ( $P < 0.01$ ), del porcentaje de gallinas Lohmann Brown en producción y los diferentes niveles de fósforo disponible utilizado en la presente investigación, alcanzando un índice de 0.765, lo que significa que existe una asociación lineal positiva del porcentaje de gallinas en producción con los niveles progresivos de fósforo disponible utilizado en las dietas. Anexo 3. Mediante análisis de regresión se estableció un modelo de tercer orden para la predicción del porcentaje de gallinas en producción, en función de los niveles de fósforo disponible evaluados, alcanzando un coeficiente de determinación de 92.9 % que indica la cantidad de varianza explicada por el modelo. Gráfico 6. El modelo de regresión obtenido es el siguiente:

$$\text{PDN} = 211,4 - 1462 P + 5188 P^2 - 5683 P^3$$

Donde:

PDN: Porcentaje de Producción de las gallinas Lohmann Brown

P: Nivel de fósforo disponible en la dieta.

El presente modelo de regresión permitió determinar que el nivel óptimo de fósforo disponible para obtener el máximo porcentaje de gallinas Lohmann Brown en producción durante la segunda fase es de 0.39%, que indica el punto donde la pendiente del modelo comienza a ser negativa. El nivel óptimo de fósforo disponible determinado por el modelo de regresión es similar al descrito por Valdes, V. et al. (2006), al experimentar en gallinas Hy line W 36 y determinar que el nivel óptimo biológico de fósforo disponible para máxima producción de huevos es 0,38%.

### **b. Número de docenas de huevos producidos**

Asimismo en el número de docenas de huevos producidas durante las 22 semanas de evaluación, los tratamientos presentaron diferencias estadísticas en las diferentes comparaciones ortogonales ( $P < 0.01$ ), de esta manera el número de docenas de huevos en las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 con 11.63 docenas, supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2P3 que alcanzaron una producción de 11.16 docenas. Asimismo el número de docenas de huevos producidas por las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P3 con 11.58 docenas, supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2 que alcanzaron una producción de 10.95 docenas de huevos. Finalmente no se determinó diferencia estadística entre los tratamientos P1 y P2 que alcanzaron una producción de huevos de 11.01 y 10.90 docenas de huevos en su orden. Cuadro 16. Gráfico 7.

### **c. Masa de huevos producidos**

En la masa de huevos producidos al finalizar las 22 semanas de experimentación, los niveles de fósforo, presentaron diferencias estadísticas en las diferentes comparaciones ortogonales ( $P < 0.01$ ), así la masa de huevos producidos por las

gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 con 9.63 Kg. supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2P3 que alcanzó una masa de huevos producidos de 9.05 Kg. Por otro lado la masa de huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P3 con 9.59 Kg. supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2 que alcanzó una masa de huevos producidos de 8.79 Kg. por su parte no se determinó diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos P1 y P2 que alcanzaron una masa de huevos producidos de 8.85 y 8.72 Kg. correspondientemente. Cuadro 16.

Mediante análisis de correlación ( $P < 0.01$ ), de la masa de huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown y los diferentes niveles de fósforo disponible utilizados en el presente estudio, se alcanzó un índice de 0.736, lo que significa que existe una asociación lineal positiva entre la masa de huevos producidos y los niveles progresivos de fósforo disponible utilizado en las dietas. Anexo 3.

Se estableció un modelo de regresión de tercer orden para la predicción de la masa de huevos producidos por gallinas Lohmann Brown, en función de los niveles de fósforo disponible evaluados, alcanzando un coeficiente de determinación de 92.9 % lo cual indica la cantidad de varianza explicada por el modelo. Gráfico 8. El modelo de regresión obtenido es el siguiente:

$$MH = 38,62 - 325,9 P + 1130 P^2 - 1220 P^3$$

Donde:

MH: Masa total de huevos producidos por gallinas Lohmann Brown

P: Nivel de fósforo disponible en la dieta.

De acuerdo al modelo de regresión obtenido, se determinó que el nivel óptimo de fósforo disponible para obtener la máxima masa de huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción es de 0.39%, que indica el punto donde la pendiente del modelo comienza a ser negativa.

Los resultados obtenidos en la determinación del nivel óptimo de fósforo disponible mediante el presente modelo de regresión es similar al descrito por

Valdes, V. et al. (2006), al experimentar en gallinas Hy line W 36 y determinar que el nivel óptimo biológico de fósforo disponible para máxima producción de huevos acumulada es 0,38%.

#### **4. Conversión Alimenticia**

En el índice de conversión alimenticia en gallinas Lohmann Brown durante las 22 semanas de evaluación, los niveles de fósforo presentaron diferencias estadísticas en las diferentes comparaciones ortogonales realizadas ( $P < 0.01$ ), así el índice de conversión alimenticia en las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 con 1.92 puntos, es mejor estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2P3 que alcanzaron un índice de conversión alimenticia de 2.05 puntos. Por otro lado el índice de conversión alimenticia obtenido en las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P3 con 1.94 puntos, es más eficiente estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2 que alcanzaron un índice de conversión de 2.11 puntos. Por su parte no se determinó diferencia estadística entre el índice de conversión alimenticia de los tratamientos P1 y P2 que alcanzaron promedios de 2.10 y 2.13 puntos respectivamente. Cuadro 16. Gráfico 9.

La conversión alimenticia alcanzada en la presente investigación, es eficiente y se encuentra dentro de los parámetros normales para esta línea de acuerdo a lo expuesto por la Lohmann Export GMBH. (1993), en donde se manifiesta que en el periodo de producción las gallinas alcanzan un consumo por Kg. de huevos producidos de 2.3 a 2.4 Kg. de pienso.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son menos eficientes a los reportados por Vinueza, M. (2007), en su estudio de la evaluación de grasa zootécnica en la segunda fase de producción de gallinas Lohman Brown, obteniendo una conversión alimenticia de 1620 g de alimento/docena de huevos producidos, lo que pudo haber sido favorecido por la inclusión de niveles superiores de grasa y no precisamente al nivel de fósforo disponible en la dieta.

Por otro lado Cushpa, W. (2000), determinó un índice de conversión alimenticia de 1.71 para el tratamiento control a 2.18 al emplear el 16% de coturnaza

utilizando niveles de 0.45% de fósforo disponible en la dieta, por lo que los resultados de este investigador son similares a los obtenidos en nuestro estudio.

Mediante análisis de correlación ( $P < 0.01$ ), para el índice de conversión alimenticia de gallinas Lohmann Brown y los diferentes niveles de fósforo disponible utilizados en el presente estudio, se determinó un índice de  $-0.760$ , lo que significa que existe una asociación lineal negativa del índice de conversión alimenticia con los niveles progresivos de fósforo disponible utilizado en las dietas. Anexo 3.

Mediante análisis de regresión se estableció un modelo de tercer orden para la predicción de la conversión alimenticia en las gallinas Lohmann Brown, en función de los niveles de fósforo disponible evaluados, alcanzando un coeficiente de determinación de 90.0 % que indica la cantidad de varianza explicada por el modelo. Gráfico 10. El modelo de regresión obtenido es el siguiente:

$$CA = - 4,048 + 67,49 P - 234,5 P^2 + 253,3 P^3$$

Donde:

CA: Índice de conversión alimenticia en gallinas Lohmann Brown

P: Nivel de fósforo disponible en la dieta.

En función al modelo de regresión obtenido, se determinó que el nivel óptimo de fósforo disponible para obtener el índice de conversión alimenticia más eficiente en las gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción es de 0.39%, que indica el punto donde la pendiente del modelo comienza a ser positiva.

## **5. Costo/docena de huevos**

En el costo por docena de huevos producidos durante las 22 semanas de estudio, se encontraron diferencias estadísticas en las diferentes comparaciones ortogonales realizadas ( $P < 0.01$ ), de esta manera el costo por docena de huevos en las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 con 0.498 USD, es inferior estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2P3 que alcanzaron un

costo de producción de 0.512 USD. Por su parte el costo por docena de huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P3 con 0.495 USD, es inferior estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2 que alcanzaron un costo de 0.521 USD/ docena de huevos. Por otro lado no se determinó diferencia estadística entre el costo de producción de los tratamientos P1 y P2 que alcanzaron promedios de 0.517 y 0.525 USD por docena de huevos correspondientemente. Cuadro 16.

## **B. CARACTERÍSTICAS DE LOS HUEVOS PRODUCIDOS POR GALLINAS LOHMANN BROWN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN, EN LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL ÓPTIMO DE FÓSFORO DISPONIBLE EN LA DIETA.**

### **1. Diámetro de los huevos**

En el diámetro mayor de los huevos producidos durante el periodo de experimentación, se encontraron diferencias estadísticas en las diferentes comparaciones ortogonales ( $P < 0.01$ ), así el diámetro mayor de los huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 con 5.87 cm de diámetro supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2P3 que alcanzó un diámetro mayor de 5.78 cm. Por otro lado el diámetro mayor de los huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P3 con 5.84 cm. supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2 que alcanzó un diámetro mayor de los huevos producidos de 5.75 cm. Por su parte no se determinó diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos P1 y P2 que alcanzaron un diámetro mayor de huevos de 5.75 cm. para los dos tratamientos correspondientemente. Cuadro 17.

En el diámetro menor de los huevos durante las 22 semanas de experimentación, se hallaron diferencias estadísticas en las diferentes comparaciones ortogonales ( $P < 0.01$ ), así el diámetro menor de los huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 con 4.53 cm. supera estadísticamente al promedio obtenido en los tratamientos P1P2P3 que alcanzaron un diámetro menor de 4.49 cm. Por otro lado el diámetro menor de los huevos producidos por

las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P3 con 4.52 cm. supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2 que alcanzó un diámetro menor de los huevos producidos de 4.48 cm. Finalmente no se determinó diferencia estadística entre los tratamientos P1 y P2 para esta característica obteniéndose diámetros menores de huevos producidos de 4.47 y 4.49 cm. respectivamente. Cuadro 17.

## **2. Peso del huevo**

En el peso de los huevos producidos durante las 22 semanas de evaluación, los niveles de fósforo presentaron diferencia estadística en las diferentes comparaciones ortogonales ( $P < 0.01$ ), así el peso de los huevos en las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 con 68.97 g, supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2P3 que alcanzó un peso de 67.57 g. Asimismo el peso de los huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P3 con 69.04 g. supera estadísticamente al peso promedio obtenido en los tratamientos P1P2 que alcanzó un peso de 66.84 g. En última instancia no se determinó diferencia estadística entre los pesos de los huevos provenientes de las gallinas de los tratamientos P1 y P2 que alcanzaron un peso de 66.97 y 66.71 g por huevo en su orden. Cuadro 17. Gráfico 11.

Los resultados obtenidos para esta característica en el presente estudio son superiores a los reportados por Vinueza, M. (2007), en su estudio de la evaluación de grasa zotécnica en la segunda fase de producción de gallinas Lohmann Brown, obteniendo un promedio para el 5% de grasa zotécnica de 65.68 g del peso para cada huevo producido.

## **3. Calidad de la cáscara**

La calidad de la cáscara durante la investigación se evaluó de acuerdo al grosor de la cáscara, determinándose diferencias estadísticas en las comparaciones ortogonales ( $P < 0.01$ ); así, el grosor de la cáscara de los huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 con 0.37 mm. supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2P3 que alcanzó un grosor

de la cáscara de 0.35 mm. Por otro lado el grosor de la cáscara de los huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P3 con 0.36 mm supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2 que alcanzó un grosor de cáscara de 0.34 mm por su parte no se determinó diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos P1 y P2 que alcanzaron un grosor de cáscara de 0.34 y 0.35 mm correspondientemente.

### **C. CONTENIDO DE FÓSFORO Y CALCIO EN LAS HECES Y HUESOS DE GALLINAS LOHMANN BROWN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN, LUEGO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FÓSFORO DISPONIBLE.**

#### **1. Contenido de fósforo en las heces**

De acuerdo a los análisis realizados, el contenido de fósforo en las heces es mayor a medida que se incrementan los niveles de fósforo disponible, por lo que se puede apreciar que este mineral es eliminado en grandes cantidades en relación a los niveles de fósforo disponible suministrado en las dietas, de esta manera se determinaron promedios de 0.57, 0.51, 0.39 y 0.34 % de fósforo en las heces de las gallinas Lohmann Brown de los tratamientos P4, P3, P2 y P1 respectivamente. Cuadro 18.

Los resultados obtenidos para esta variable demuestran que una buena cantidad de fósforo es excretado en las heces, y el fósforo que es digerido es de suma importancia para la producción de acuerdo a lo expuesto por Carrizo, J. (2005), quien manifiesta que en las ponedoras el metabolismo del calcio es especialmente importante debido a que diariamente exportan aproximadamente de 4 a 5 gramos de carbonato. Para ello requiere una alta ingestión diaria de calcio además de un equilibrio adecuado de fósforo, vitamina D y un buen manejo de las condiciones físicas y químicas de los minerales.

## **2. Contenido de fósforo en los huesos**

El contenido de fósforo en los huesos es superior de acuerdo al incremento de los niveles de fósforo disponible suministrado en la dieta, de esta manera se determinaron promedios de 0.39, 0.34, 0.30 y 0.26 % de fósforo en los huesos de las gallinas Lohmann Brown de los tratamientos P4, P3, P2 y P1 en su orden. Cuadro 18.

## **3. Contenido de calcio en los huesos**

Debido la estrecha relación existente entre el calcio y fósforo de la dieta, el contenido de calcio en los huesos es también mayor a medida que se incrementan los niveles de fósforo disponible en la dieta, determinándose promedios de 6.63, 6.58, 6.42 y 6.31 % de calcio en los huesos de las gallinas Lohmann Brown de los tratamientos P4, P3, P2 y P1 correspondientemente. Cuadro 18.

## **D. EVALUACIÓN ECONÓMICA EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN, LUEGO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FÓSFORO DISPONIBLE.**

Dentro de la evaluación económica en la segunda fase producción de gallinas Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta se consideraron los costos de producción durante 22 semanas, obteniéndose el mejor valor de beneficio costo para los grupos tratados con 0.30 y 0.45 % de fósforo disponible, con un índice de beneficio - costo de 1.07 USD para los dos grupos respectivamente, lo que significa que por cada dólar invertido durante la segunda fase de producción de gallinas Lohmann Brown, se obtiene un beneficio neto de 0.07 USD, posteriormente se ubicaron los índices de beneficio costo de los tratamientos 0.20 y 0.25 % de fósforo disponible en la dieta, con un índice de 1.03 los dos niveles de fósforo durante el periodo de experimentación. Cuadro 19.

Por otro lado el nivel óptimo económico de fósforo disponible en la dieta será sensible a la variación en el precio del huevo, lo que es sustentado por Valdes, V. et al. (2006), al determinar el nivel óptimo económico de fósforo disponible donde hay una estrecha relación entre la disminución de los costos de producción sin decrecer los niveles productivos de los animales, que en nuestro caso estará en estrecha relación con el nivel óptimo biológico que fue de 0.39 % de inclusión de fósforo disponible en la dieta.

Estos resultados económicos se deben a la gran importancia que tiene el fósforo dentro de la alimentación de las aves, ya que influye directamente sobre la producción, sin embargo se pudo disminuir las recomendaciones comerciales de fósforo disponible mejorando los rendimientos económicos del proceso productivo.

## **V. CONCLUSIONES**

1. Se ha determinado los mayores rendimientos productivos en gallinas Lohmann Brown alimentadas con las dietas elaboradas con un contenido de fósforo disponible de 0.30 y 0.45%, mediante los cuales se alcanzó un mayor porcentaje de producción, mayor cantidad de docenas de huevos producidos, mayor masa de huevos producidos, así como mayor eficiencia en la conversión alimenticia y costo por docena de huevos producidos.
2. Las características de los huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown presentaron mejores promedios con la utilización de los niveles 0.30 y 0.45% de fósforo disponible en la dieta, presentando mejores diámetros, peso de los huevos y grosor de la cáscara.
3. Mediante análisis de regresión se obtuvo diferentes modelos para las características productivas, de esta manera el nivel óptimo biológico de fósforo disponible en la dieta de gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción es de 0.39 %, mediante el cual se pueden obtener los mejores parámetros en cuanto a ganancia de peso de las aves, porcentaje de gallinas en producción, masa total de huevos producidos y conversión alimenticia.
4. Los mejores índices de beneficio - costo se obtuvieron mediante la utilización de los niveles 0.30 y 0.45% de fósforo disponible en la dieta, alcanzándose 1.07 USD en los dos tratamientos, lo que significa que por cada dólar invertido durante la segunda fase de producción de gallinas Lohmann Brown, se obtiene un beneficio neto de 0.07 USD, permitiendo así reducirse los niveles de fósforo disponible en las dietas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda:

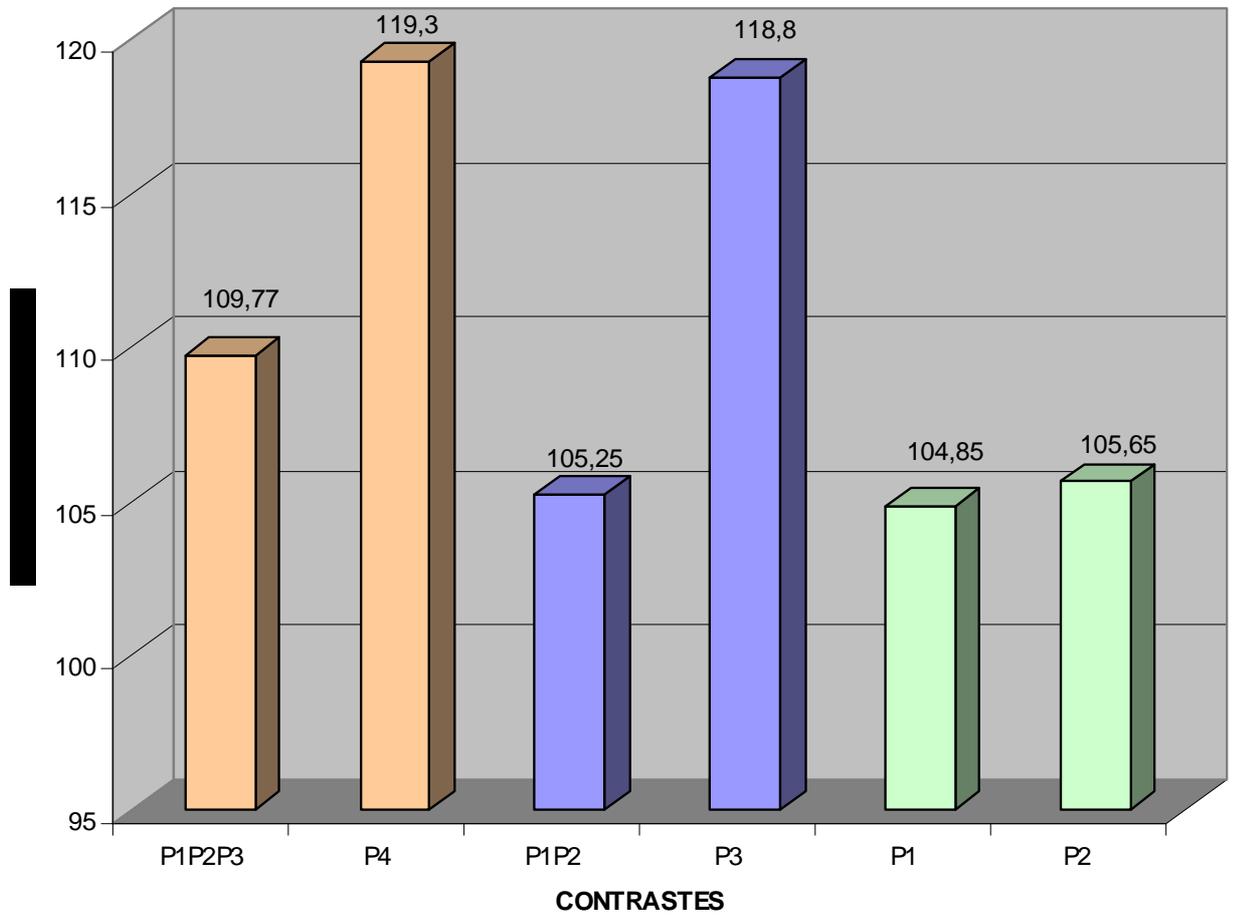
1. Utilizar 0.39 % de fósforo disponible en la elaboración de alimento balanceado para gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos se esperan obtener mejores parámetros productivos y económicos, mediante la utilización de este nivel.
2. Determinar niveles óptimos de fósforo disponible en la primera fase de producción utilizando gallinas Lohmann Brown y tomando como referencia los resultados alcanzados en la presente investigación.
3. Realizar otras investigaciones, en las cuales se estudie el nivel óptimo de fósforo disponible entre 0.30 y 0.45% en las gallinas ponedoras explotadas en nuestro país.

## **VII. LITERATURA CITADA**

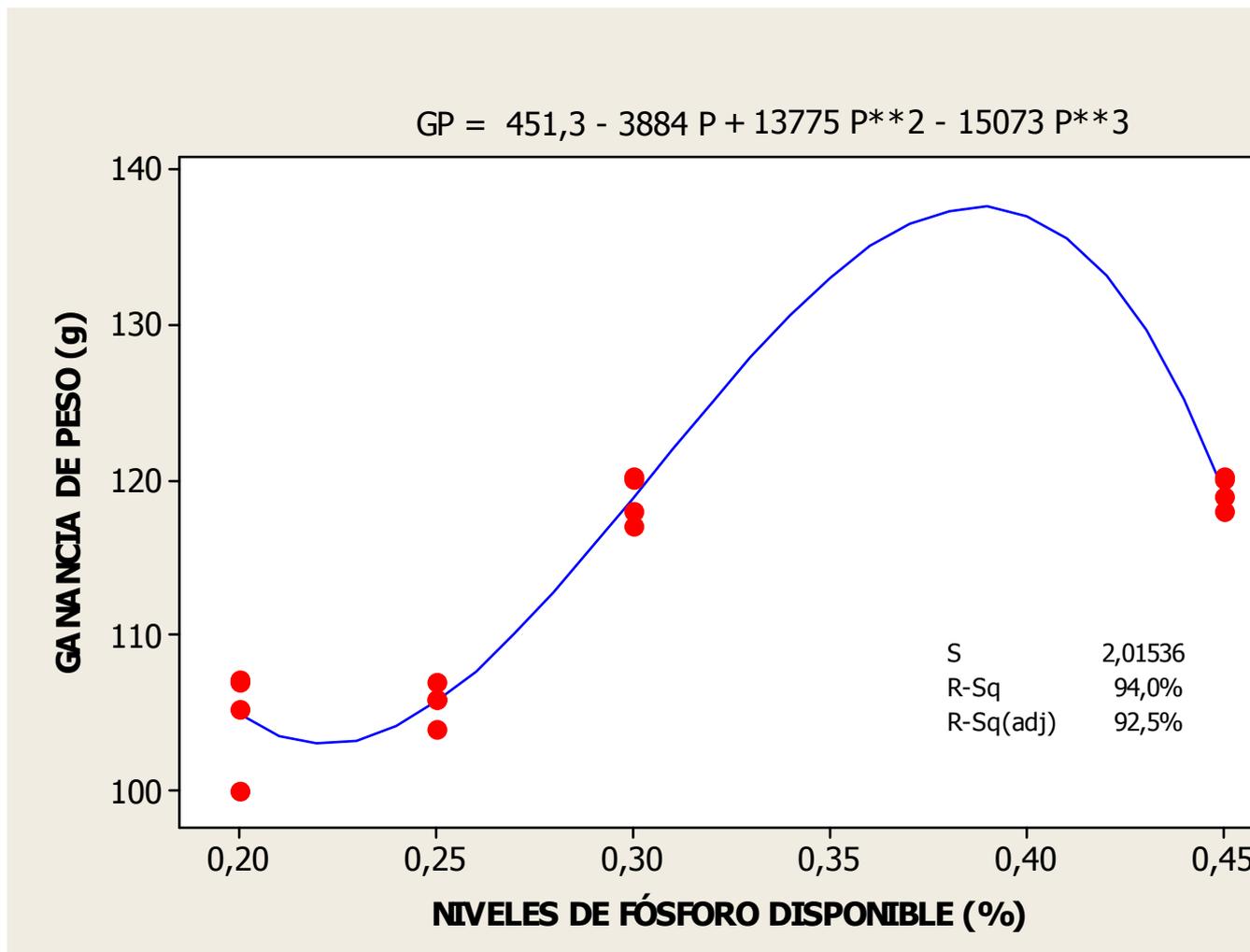
1. BLUM, J. 1985. La alimentación de animales monogástricos. sn. st., Madrid, España. Edit. Mundi Prensa, p 21
2. CARRIZO, J. 2005. Alimentación de la pollita y la ponedora comercial. sn. Valladolid, España. Edit. Agropecuaria. pp 30-31
3. CHENG, T.K. y COON, C.N. 1990. Poultry Sci. 69. sn. st. sl. pp 2214-2219.
4. CUSHPA, W. 2000. inclusión de diferentes niveles de Coturnaza en la alimentación de ponedoras Isa Brown en la segunda fase de producción. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
5. DE BLAS, C.y MATEOS, G. 1991. Nutrición y Alimentación de Gallinas Ponedoras. se. sn. st. Madrid, España. Edit. Aedos. p 567
6. FROST, T.J. y ROLAND, D.A.Sr. 1990. Poultry Sci. 70: sn. st. sl. pp 963-969.
7. FEDNA. 1994. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Programas de alimentación en avicultura: ponedoras comerciales. sn. Madrid, España. se. p 423
8. GUÍA DE MANEJO DE PONEDORAS. 2004. Lohmann Brown – Classic, sn . Edit. Lohmann Export. p 3
9. GUINOTTE, F. y NYS, Y. 1991. Poultry Sci. 70: sn. st. sl. pp 583-592.
10. HARTEL, J. 1989. Programas de alimentación en avicultura: Ponedoras Comerciales. sn. Madrid, España. se. p.31
11. <http://www.fmcforet.com/aplicacions/Aves%20Corral.htm>. CEFIC. El fósforo, nutriente clave en alimentación de aves de corral.
12. <http://www.fmcforet.com/aplicacions/Aves%20Corral.htm>. 1996. Van der Klis and Versteegh. Necesidades de fósforo.
13. [http://www.avicultura\\_gallinaponedora.mht](http://www.avicultura_gallinaponedora.mht). 2001
14. KESHAVARZ, K. AND NAKAJIMA, S. 1998. Evaluación de calcio y fósforo requerido para la óptima formación del huevo. sn. st. México. se. Poultry. Sci. 79: pp 144-153.
15. LOHMANN BROWN. 1995. Guía de Manejo para Ponedoras. sn. Alemania. Edit. Lohmann Brown. p 15

16. LOHMANN EXPORT GMBH. 1993. Programa de Manejo de la Lohmann Brown. sn. Alemania. Edit. Lohmann Export. p 12
17. NRC. 1984. Nutrient Requirements of Poultry. 8a ed. National Academy Press, Washington, D.C., se. p 27
18. NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9a ed. National Academy Press. Washington, D.C., se. p 29
19. PEREZ, J y NUÑEZ J. 1997. Evaluación de diferentes niveles de afrecho de maíz en la alimentación de ponedoras en la primera y segunda fase de producción. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. se. pp 13-24
20. RAO, K.S. y ROLAND, D.A.Sr. 1990. Poultry Sci. 69: sn. st. sl. pp 2170-2176.
21. SCOTT, M. et al. 1982. Nutrition of the Chicken. 3a ed. Mexico, Traducido por Alfonso Corral. Barcelona, España. Edit. M.L. Scott & Associates. Ithaca. P 342
22. SUMMERS, J Y DIAZ, G. 1999. Nutrición aviar comercial. sn. sl. se. pp 19-21
23. UNDERWOOD, E. y N. 1999. The Mineral Nutrition of Livestock. 3a ed. st, Wallingford, Oxon. Commonwealth Agricultural Bureaux International. Germany, se. p 76
24. VALDES, V. et al. 2006. Nivel óptimo de fósforo disponible aparente en gallinas Leghorn blanca de la línea Hy line W 36 durante el primer ciclo de producción. México, México. CONACYT 38286-B.
25. VAN DER KLIS, J.D. y VERSTEEGH, H.A.J. 1996. Recent Advances in Animal Nutrition. sn. st. Reino Unido. Edit. P.C. Garnsworthy, J. Wiseman y W. Haresign. Nottingham University Press, pp: 71-83.
26. VINUEZA, M. 2007. Evaluación de la Grasa Zootécnica en la segunda fase de producción de gallinas Lohman Brown. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 95-105
27. ZOLÓRZANO, N. 1992. Evaluación de tres sistemas de Muda forzada en gallinas Dekalb - warren y su efecto en el segundo período de postura. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 15-22

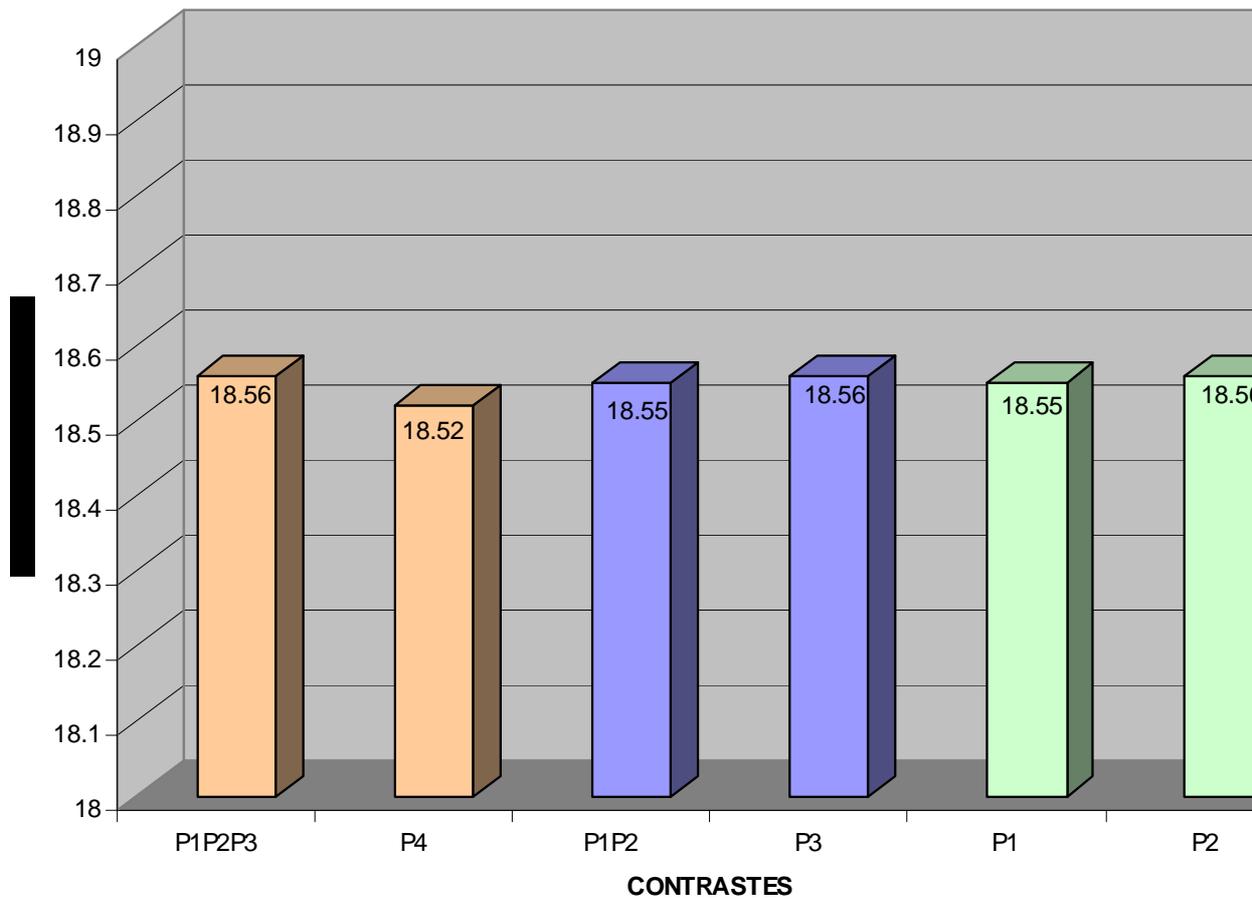
## **ANEXOS**



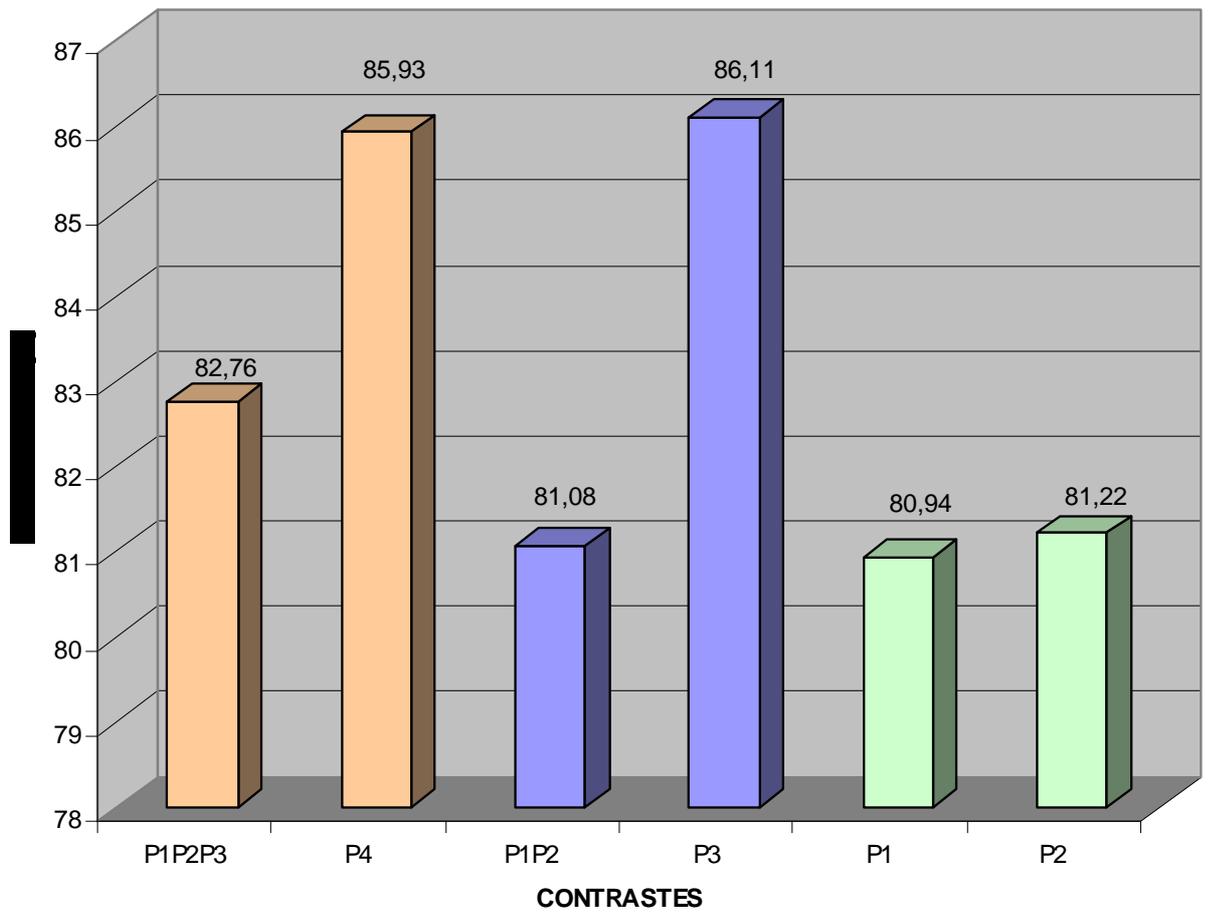
**Gráfico 2. Ganancia de peso en gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, mediante la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.**



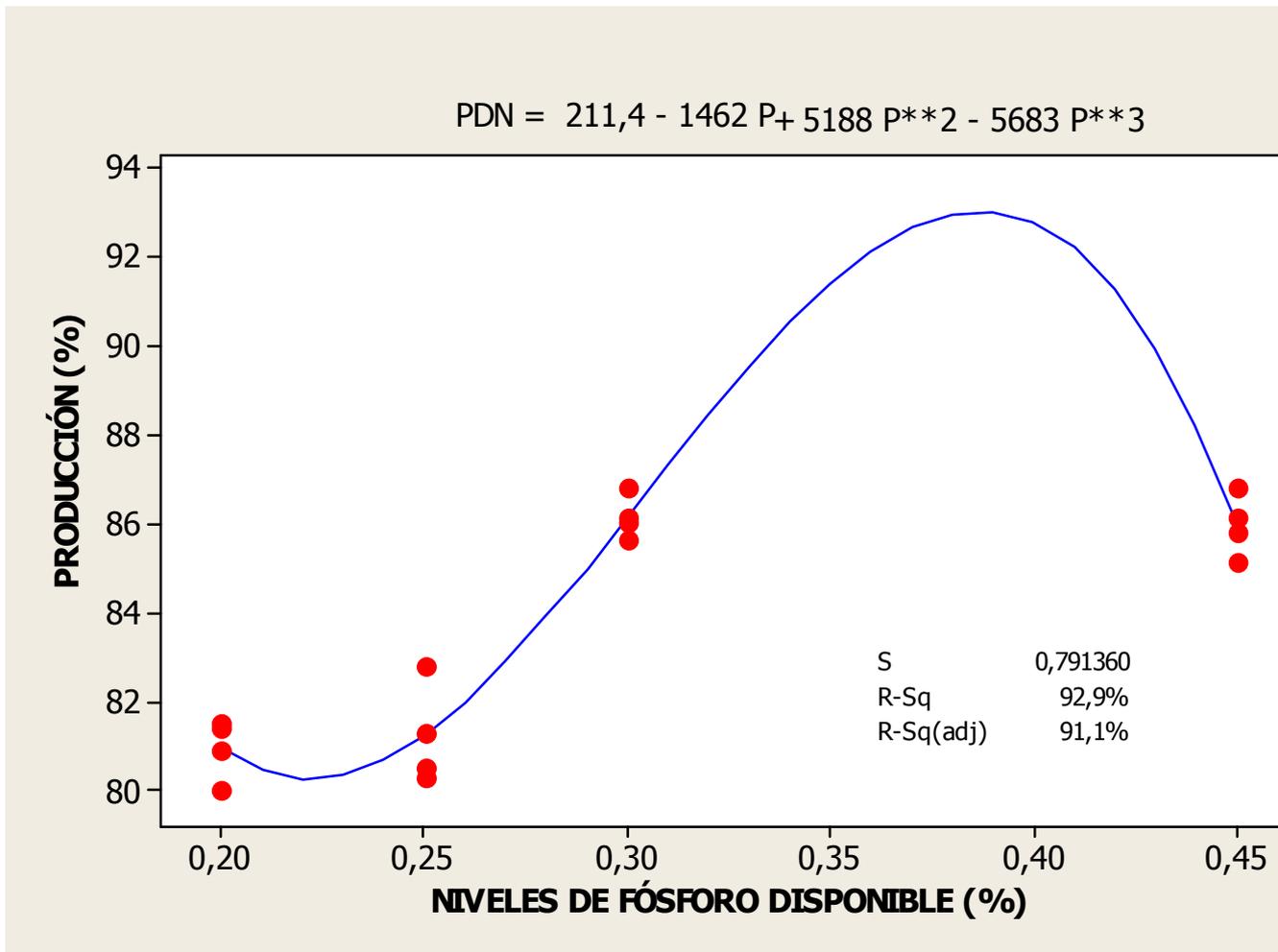
**Gráfico 3. Tendencia de la regresión para la ganancia de peso en gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, mediante la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.**



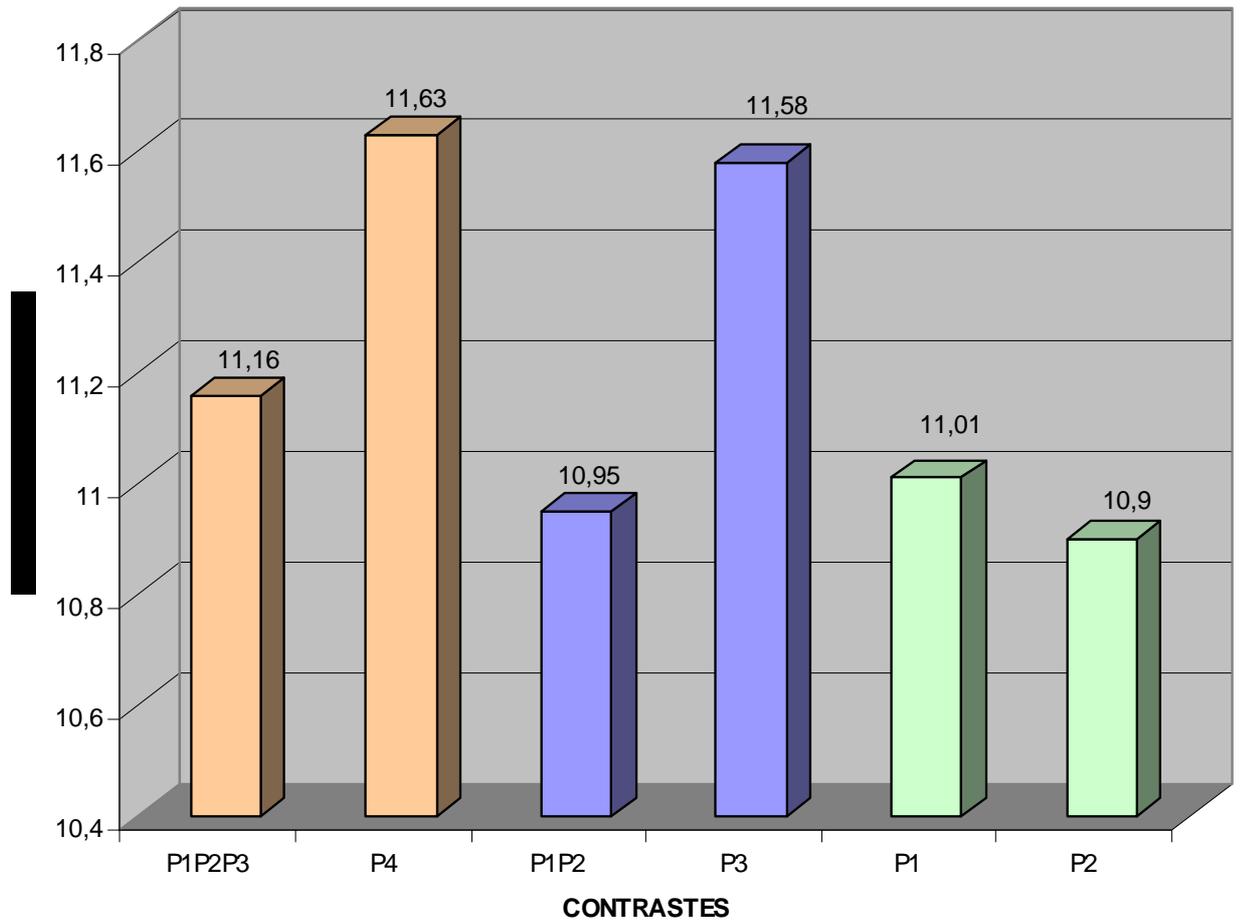
**Gráfico 4. Consumo total de alimento de gallinas Lohmann Brown durante la segunda fase de producción, con la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.**



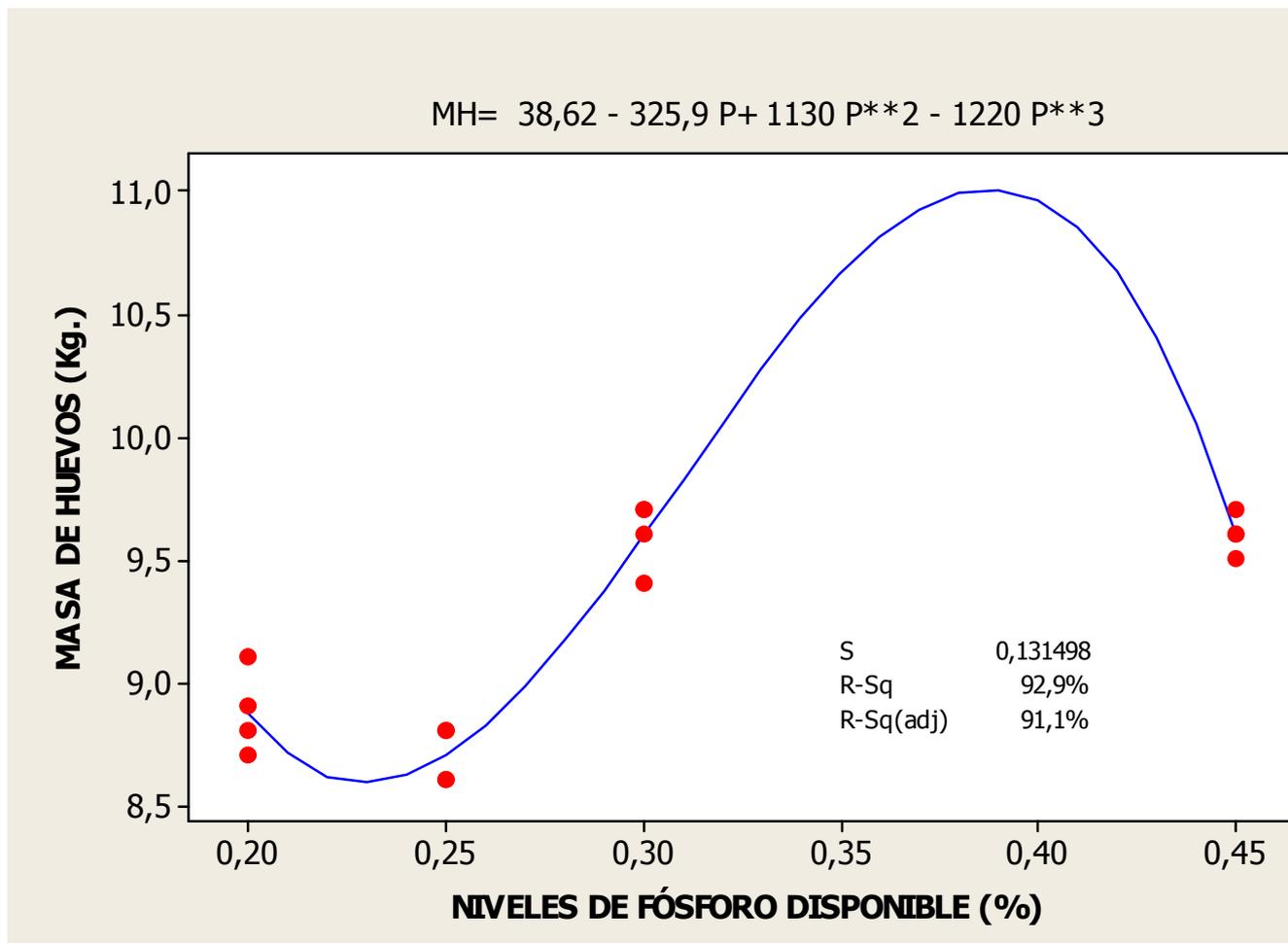
**Gráfico 5. Porcentaje de producción en gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, mediante la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.**



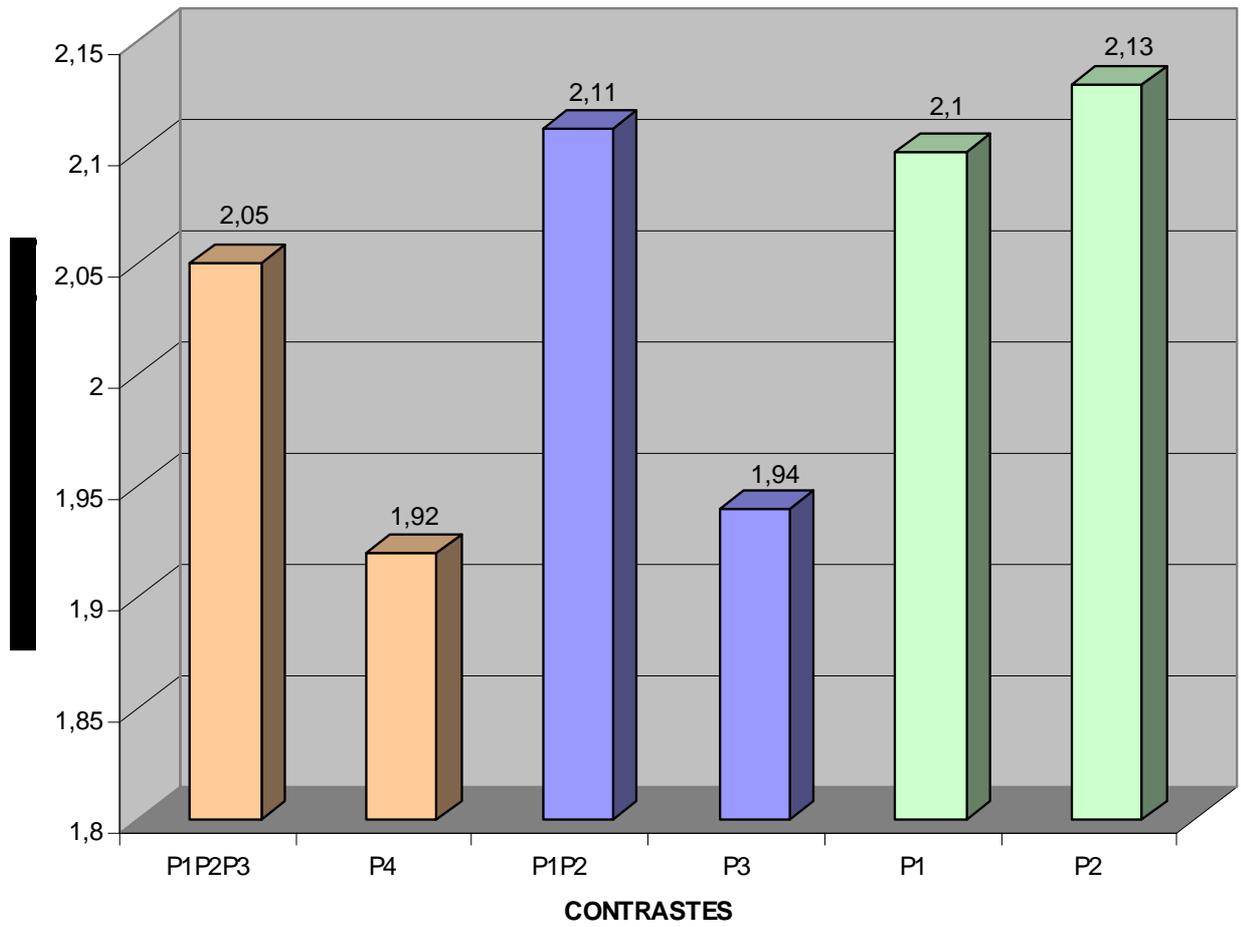
**Gráfico 6.** Tendencia de la regresión para el porcentaje de producción en gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, mediante la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.



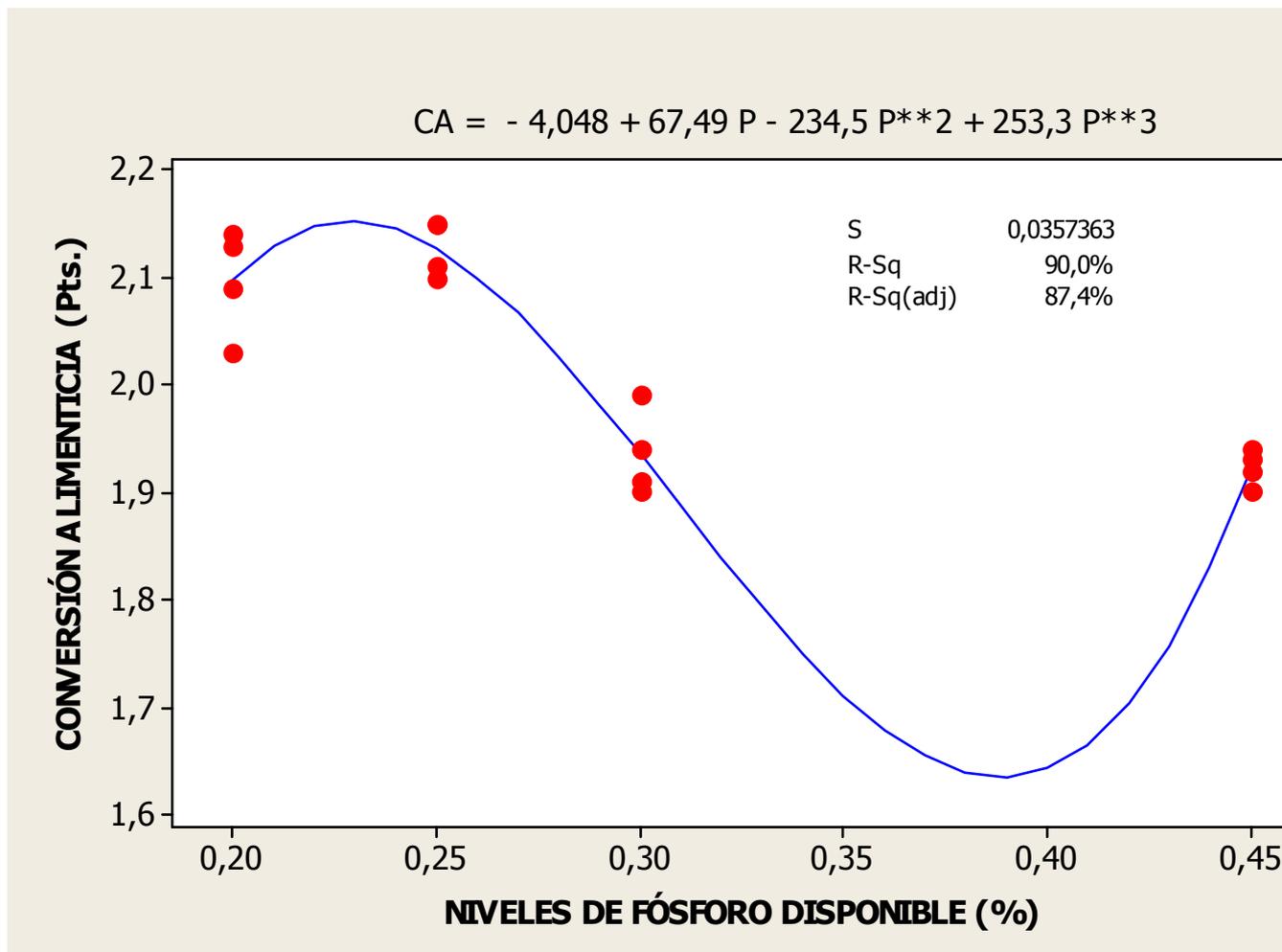
**Gráfico 7. Número de docenas de huevos producidos por gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, mediante la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.**



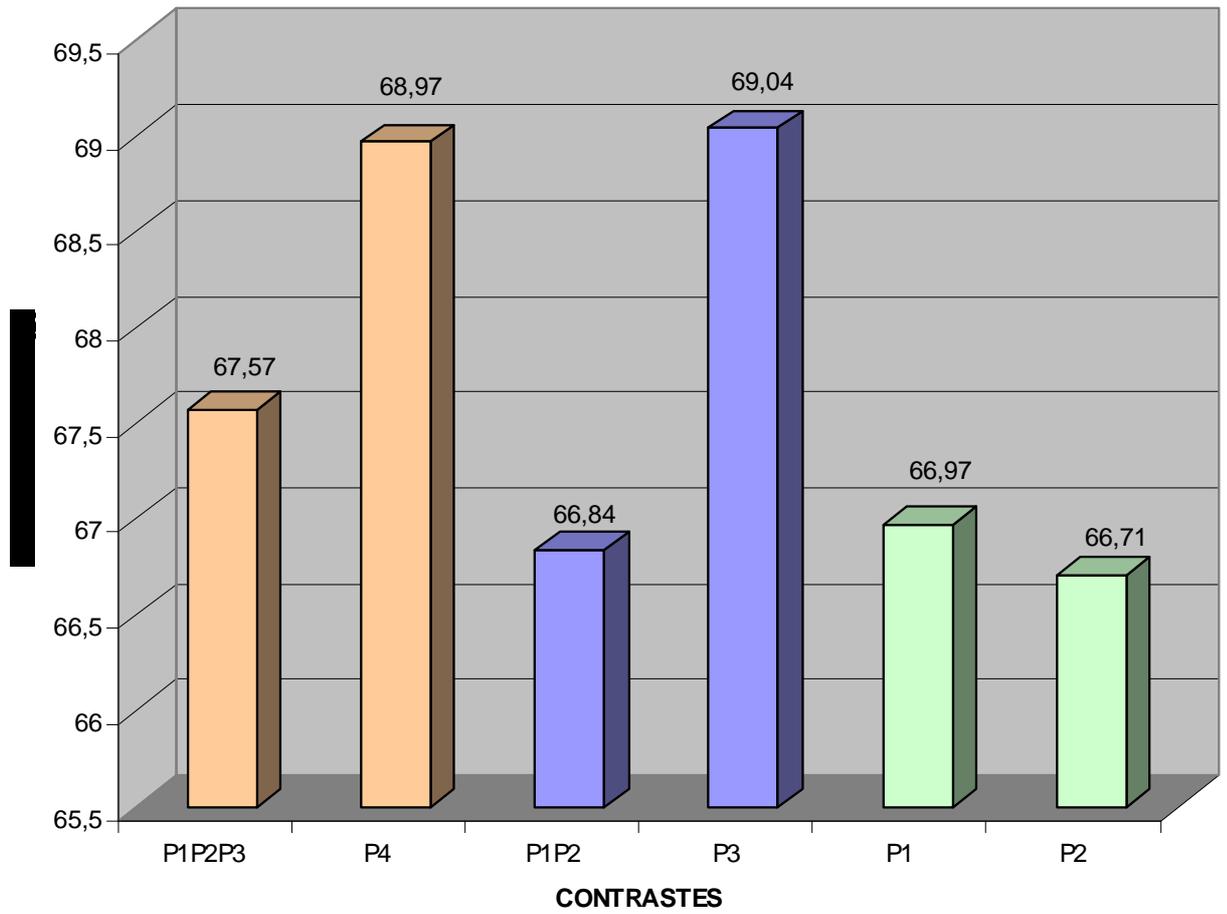
**Gráfico 8.** Tendencia de la regresión para la masa total de huevos producidos por gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, mediante la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.



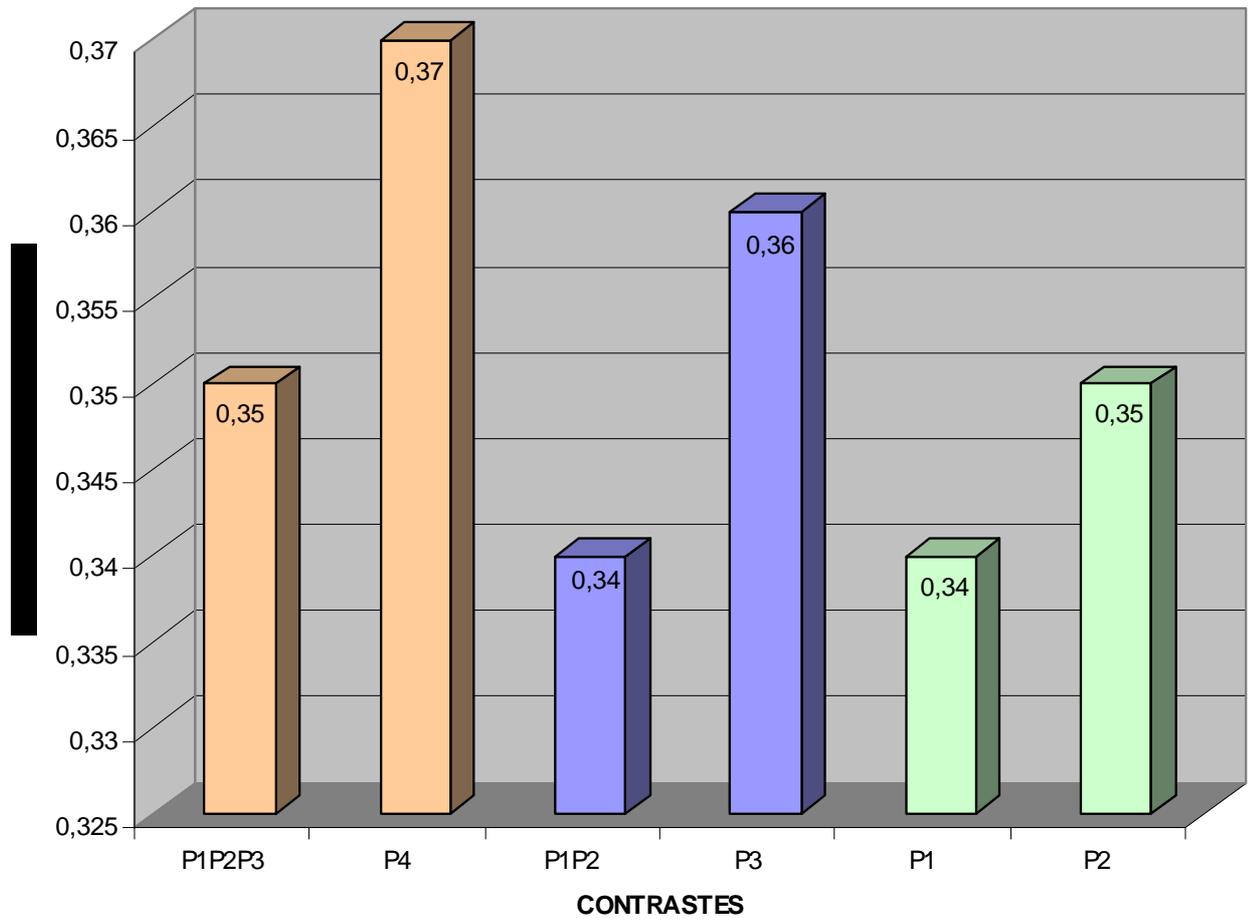
**Gráfico 9. Conversión alimenticia de gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, mediante la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.**



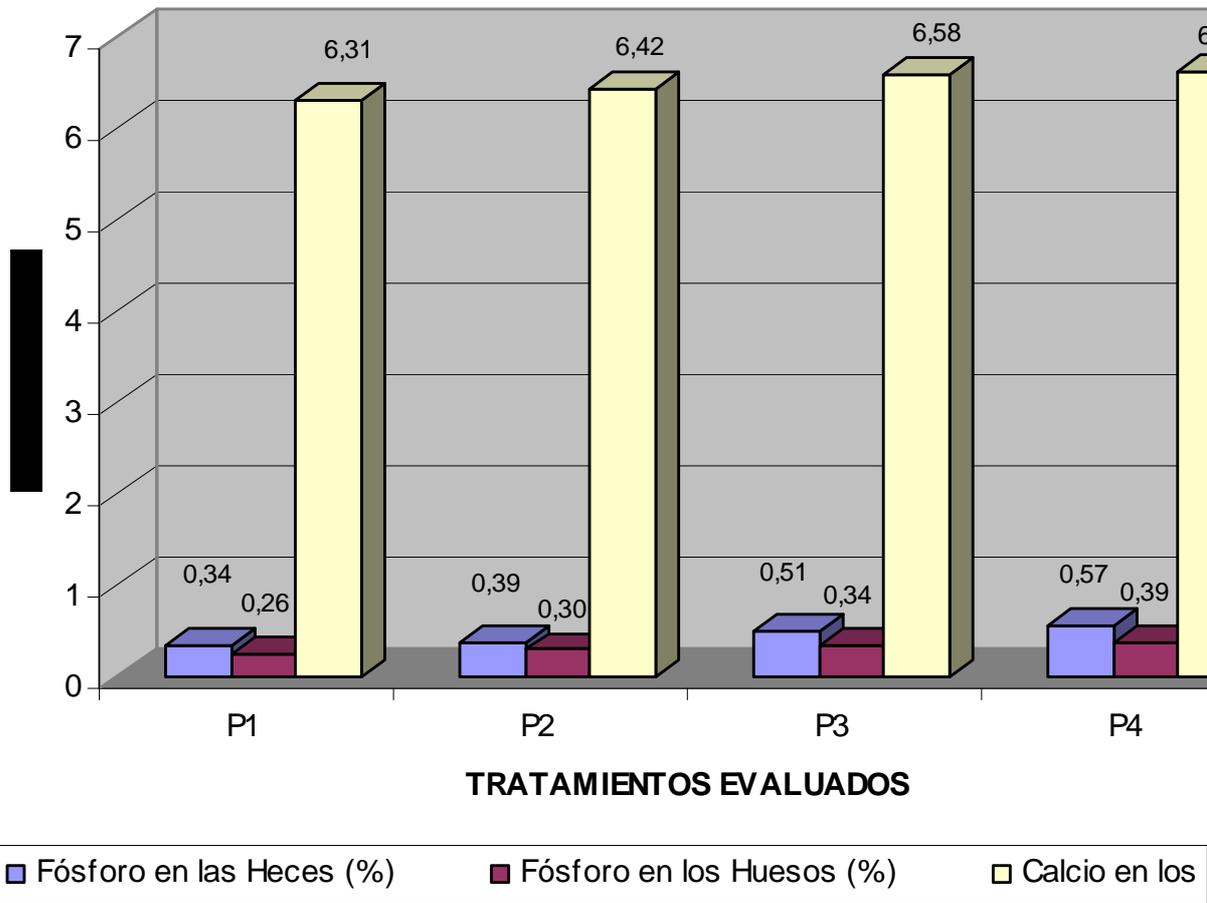
**Gráfico 10.** Tendencia de la regresión para la conversión alimenticia de gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, mediante la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.



**Gráfico 11. Peso promedio de huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, mediante la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.**



**Gráfico 12. Grosor de la cáscara de huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, mediante la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.**



**Gráfico 13. Contenido de calcio y fósforo en las heces y huesos de gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción, mediante la utilización de diferentes niveles de fósforo disponible en la dieta.**

**Cuadro 16. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS LOHMANN BROWN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN, EN LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL ÓPTIMO DE FÓSFORO DISPONIBLE EN LA DIETA.**

VARIABLES	Contraste 1			Contraste 2			Contraste 3						
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P1	P2				
Peso Corporal (g)	1939,43			1930,70	1940,70			1933,65		1947,75			
Peso Al (g)	2049,20	a		2050,00	a	2045,95	a	2055,70	a	2038,50	a	2053,40	a
Peso de Peso (g)	109,77	b		119,30	a	105,25	b	118,80	a	104,85	a	105,65	a
Peso Diario (g)	120,49	a		120,30	a	120,49	a	120,50	a	120,43	a	120,54	a
Peso Total (Kg)	18,56	a		18,52	a	18,55	a	18,56	a	18,55	a	18,56	a
Conversión (%)	82,76	b		85,93	a	81,08	b	86,11	a	80,94	a	81,22	a
Número de Huevos (No.)	11,16	b		11,63	a	10,95	b	11,58	a	11,01	a	10,90	a
Peso de Huevos (Kg)	9,05	b		9,63	a	8,79	b	9,59	a	8,85	a	8,72	a
Conversión Alimenticia	2,05	a		1,92	b	2,11	a	1,94	b	2,10	a	2,13	a
Costo de Producción (USD)	0,512	a		0,498	b	0,521	a	0,495	b	0,517	a	0,525	a

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a los Contrastes Ortogonales.

Prob: Probabilidad.

CV (%): Porcentaje de Coeficiente de Variación.

P1: 0,20% Fósforo Disponible P2: 0,25% Fósforo Disponible P3: 0,30% Fósforo Disponible P4: 0,45% Fósforo Disponible.

**Cuadro 17. CARACTERÍSTICAS DE LOS HUEVOS PRODUCIDOS POR GALLINAS LOHMANN BROWN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN, EN LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL ÓPTIMO DE FÓSFORO DISPONIBLE EN LA DIETA.**

VARIABLES	Contraste 1			Contraste 2			Contraste 3			Prob.
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P1	P2	

diámetro Mayor (cm)	5,78	b	5,87	a	5,75	b	5,84	a	5,75	a	5,75	a	0,0002
diámetro Menor (cm)	4,49	b	4,53	a	4,48	b	4,52	a	4,47	a	4,49	a	0,0002
Peso del Huevo (g)	67,57	b	68,97	a	66,84	b	69,04	a	66,97	a	66,71	a	0,0005
Porcentaje de la Cáscara (m)	0,35	b	0,37	a	0,34	b	0,36	a	0,34	a	0,35	a	0,0001

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a los Contrastes Ortogonales.

Prob: Probabilidad.

CV (%): Porcentaje de Coeficiente de Variación.

P1: 0,20% Fósforo Disponible P2: 0,25% Fósforo Disponible P3: 0,30% Fósforo Disponible P4: 0,45% Fósforo Disponible.

**Cuadro 18. CONTENIDO DE FÓSFORO Y CALCIO EN LAS HECES Y HUESOS DE GALLINAS LOHMANN BROWN EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN, LUEGO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FÓSFORO DISPONIBLE.**

VARIABLE	TRATAMIENTOS			
	P1 (0,20%)	P2 (0,25%)	P3 (0,30%)	P4 (0,45%)
Contenido de Fósforo en las Heces (%)	0,34	0,39	0,51	0,61
Contenido de Fósforo en los Huesos (%)	0,26	0,30	0,34	0,38
Contenido de Calcio en los Huesos (%)	6,31	6,42	6,58	6,74

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la F.C.P. (2007).

P1: 0,20% Fósforo Disponible P2: 0,25% Fósforo Disponible P3: 0,30% Fósforo Disponible P4: 0,45% Fósforo Disponible.

**Cuadro 19. EVALUACIÓN ECONÓMICA EN LA SEGUNDA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN, LUEGO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FÓSFORO DISPONIBLE.**

CONCEPTO	TRATAMIENTOS			
	P1 (0,20%)	P2 (0,25%)	P3 (0,30%)	P4 (0,45%)
<b><u>EGRESOS</u></b>				
Costo de Animales 1	50,00	50,00	50,00	50,00
Alimento balanceado 2	113,90	114,33	114,70	115,94
Sanidad 3	2,00	2,00	2,00	2,00
Servicios Básicos y Transporte 4	15,00	15,00	15,00	15,00
Mano de Obra 5	100,00	100,00	100,00	100,00
Depreciación de Inst. y Equipos 6	5,00	5,00	5,00	5,00
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>285,90</b>	<b>286,33</b>	<b>286,70</b>	<b>287,94</b>
<b><u>INGRESOS</u></b>				
Venta de huevos 7	209,60	209,60	222,40	224,00
Cotización de aves 8	80,00	80,00	80,00	80,00
Venta de Abono 9	5,00	5,00	5,00	5,00
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>294,60</b>	<b>294,60</b>	<b>307,40</b>	<b>309,00</b>
<b>BENEFICIO/COSTO (USD)</b>	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>	<b>1,07</b>	<b>1,07</b>

1. Costo de aves \$ 2,5 cada una.
2. Costo del Kg. de Alimento balanceado P1 \$ 0,307, P2 \$ 0,308, P3 \$ 0,309, P4 \$ 0,313.
3. Costo de desparasitantes y desinfectantes \$ 2,0/Tratamiento.
4. Costo de Luz, Agua y Transporte \$ 60.
5. Costo de mano de obra \$ 100/Mes.
6. Depreciación de instalación y equipos \$ 20.
7. Venta de huevos \$ 2,4/cubeta.
8. Cotización de aves \$ 4 c/u.
9. Venta de Abono \$ 5/Tratamiento.