

# FOSFATOS SEDIMENTARIOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE AVES DE POSTURA. 2. FASE DE POSTURA

## Rawrock Phosphates in Laying Hens' Feeding. 2. Hens in Egg Production

Susmira Godoy y Claudio F. Chicco

Instituto de Investigaciones Zootécnicas. CENIAP-FONAIAP. Maracay, Edo. Aragua, Venezuela.

### RESUMEN

Para evaluar el efecto de fuentes sedimentarias de fósforo en la alimentación de aves en fase de postura, sobre la respuesta productiva y características del tejido óseo, 420 pollonas de 19 semanas de edad, fueron distribuidas, según un diseño completamente aleatorizado, en siete grupos de 60 aves cada uno. Tres grupos con fosfato dicálcico en fase de prepostura y, en postura, fosfatos de yacimientos, Riecito (D/R), Monte Fresco (D/M) y Navay (D/N), y tres grupos los mismos fosfatos (RIO; MONTE; NAVAY), en prepostura y postura, utilizándose como testigo un fosfato dicálcico (DICAL). Las aves consumieron dietas de tipo maíz-soya, isoproteicas (17% PC), isocalóricas (2800 kcal EM/kg), isofosfóricas (0,62% P total) e isocálcicas (3,5%). El peso (g/ave), a las 42 semanas de edad, fue más elevado ( $P<0,05$ ) para DICAL (2444), seguido por D/R (2025), D/N (1898) y RIO (1951) y éstos a su vez superiores ( $P<0,05$ ), a las aves alimentadas con D/M (1781), NAVAY (1785) y MONTE (1810). El 50% de la producción de huevos fue alcanzado a las 22,5 semanas de edad para DICAL, a las 23 para D/R y D/N, 24 para D/M y RIO y 25 semanas para NAVAY y MONTE. Las cenizas (%), como promedio de las edades, en el tejido óseo fue de 56,5; 54,3; 56,2; 55,0; 56,7; 55,6 y 56,7 para DICAL, D/R, D/M, DIN, RIO, MONTE y NAVAY, respectivamente. La acumulación de flúor (ppm) en hueso fue mayor ( $P<0,05$ ) para MONTE (11040) y NAVAY (10080), intermedia para RIO (7380), DIM (6800), D/N (6300), D/R (4380) y para DICAL 1320ppm. Las aves alimentadas con DICAL tuvieron respuestas productivas y características del tejido óseo superiores a las que consumieron RIO y D/R, D/M y D/N y menores respuestas para MONTE y NAVAY, lo que estuvo asociado a mayores concentraciones de flúor en el tejido óseo.

Palabras clave: Fosfatos sedimentarios, fósforo, biodisponibilidad, aves.

### ABSTRACT

To evaluate the effect of sedimentary phosphate sources in the feeding of laying hens, on the productive performance and characteristic of the tissue, 420 chicks, of 19 weeks of age, were distributed, in a totally randomized design, to seven groups of 60 birds each one. Three groups consumed dicalcium phosphate in laying period and, the phosphates of Riecito (D/R), Monte Fresco (D/M) and Navay (D/N) in the laying period; three the same raw rock phosphates (RIO, MONTE, NAVAY), using dicalcium phosphate of high purity (DICAL) as a control, in both phases. The birds were fed with soy-corn diets, with the same content of protein (17% PC), energy (2800 kcal EM/kg), total phosphorus (0.62% P) and calcium (3.5%). Intake and body weight measurements were carried out and four birds/treatment of the 42 weeks of age were sacrificed for the extraction of the left tibia to determine the ash, calcium, phosphorus and fluorine content. The weight (g/bird), at 42 weeks of age, was higher ( $P<0.05$ ) for DICAL (2444), followed by D/R (2025). D/N (1898) and RIO (1951) and these in turn were higher than ( $P<0.05$ ) the birds fed with D/M (1781), NAVAY (1785) and MONTE (1810). The intake (g/bird/day) showed similar tendency of the weight of the animals, being higher for DICAL (117), RIO (110), D/R (106). followed by D/N (99), D/M (96), NAVAY (99) and lastly MONTE (93). The egg production intensity (%) was higher ( $P<0.05$ ) for DICAL (72.7). followed by D/R (68.3), D/N (67.9) and RIO (66.6) but lower for D/M (62.2), MONTE (58.4) and NAVAY (53.0). The 50% of egg production were reached at the 22.5 weeks of age in the birds that consumed DICAL, at 23 weeks for D/R and D/N, at 24 weeks for D/M and RIO and at 25 weeks for NAVAY and MONTE. The concentration of ash (%), as an average of the ages, in the bone tissue was of 56.5, 54.3. 56.2, 55.0, 56.7, 55.6 and 56.7, for DICAL, D/R, D/M, D/N, RIO, MONTE and NAVAY, respectively. Similarly, the phosphorus content (mg/cc) in the bone tissue was higher ( $P<0.05$ ) for DICAL (59.1), followed by MONTE (56.9), NAVAY (55.9), RIO (55.4). D/R (55.0) and lower for D/M (52.6) and D/N (52.2). The accumulation of fluo-

rine (ppm) in bone was higher ( $P<0.05$ ) for MONTE (11040) and NAVAY (10080), intermediate for RIO (7380), D/M (6800), D/N (6300), D/R (4380) and lower for DICAL (1320). The birds fed with DICAL had productive performance and characteristic of bone tissue higher than those fed with RIO and D/R, D/M and D/N and lower for MONTE and NAVAY, associated with high concentrations of fluorine in the bone tissue.

**Key words:** Raw rocks phosphates, phosphorus, availability, birds.

## INTRODUCCIÓN

El requerimiento de fósforo para las aves de postura se cubre a través del **suministro** del elemento en **forma** de **fosfatos** inorgánicos, **así** como, del fósforo disponible presente en **las** formas orgánicas (fitatos). En las aves adultas la utilización del fósforo fítico puede alcanzar hasta el 75% [9, 10, 15], ya que, con el desarrollo de la microbiota del tracto **gastrointestinal**, hay cierta producción de **fitasas**, que hidrolizan los fitatos haciéndolas disponibles para el animal [2].

Debido a que la **mayoría** de los fosfatos que se utilizan **en** la industria avícola son importados, se podrían utilizar en la

formulación de dietas para las aves de postura, los fosfatos procedentes de los yacimientos sedimentarios del país. Consecuentemente, el objetivo de este experimento fue **él** de evaluar el comportamiento productivo y las características del tejido óseo de aves alimentadas con fosfatos de rocas crudas durante las fases de iniciación-crecimiento, desarrollo-prepostura y postura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó el crecimiento, la mineralización del tejido óseo y la respuesta productiva de ponedoras, de la línea comercial Hy-Line variedad Brown, alimentadas con fosfatos de yacimientos en las fases de iniciación-crecimiento y desarrollo-prepostura y postura.

Las dietas, a base de maíz-soya fueron isoproteicas (20, 16 y 17% PCE), **isocalóricas** (2900,2850 y 2800 kcal EME/kg), isocálcicas (1, 0,85 y 3,5 % Ca) e isofosfóricas (0,67, 0,64 y 0,62% P total), en cada una de las etapas de iniciación-crecimiento (1 a 8 semanas), desarrollo-prepostura (9 a 19 semanas) y postura (20 a 44 semanas), respectivamente, TABLA I.

En la fase de postura (20 a **44** semanas), 420 pollitas fueron distribuidas según un diseño completamente **aleatorizado**, en siete grupos de 60 aves cada uno (seis repeticiones de

**TABLA I**  
**DIETAS PARA AVES DE POSTURA ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS**

Ingredientes, %	Iniciación-Crecimiento < 8 Semanas	Desarrollo-Prepostura 9 - 18 Semanas	Postura 19 - 44 Semanas
Harina de maíz	66	70	65
Harina de Soya 48	30	18	23
<b>Afrecho</b> de Trigo		9	—
Aceite vegetal	—	—	1
Sal	0,3	0,3	0,3
<b>Metionina</b>	0,2	0,2	0,2
Carbonato de calcio	0 – 2,6	0,1 – 2,2	7 - 9
<b>Minerales</b> y vitaminas <sup>1</sup>	0,3	0,3	0,3
<b>DICAL</b>	1,4	1,1	1,4
<b>RIO</b>	3,0	2,2	2,9
<b>MONTE</b>	3,0	2,2	2,9
NAVAY	3,1	2,3	3,0
PC <sup>2</sup> , %	20	16	17
EME <sup>3</sup> , kcal/kg	2900	2850	2800
<b>Ca</b> , %	1,0	0,85	3,5
P total, %	0,67	0,64	0,62
P disponible, %	<b>0,42</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>

<sup>1</sup> Vitaminas (por kg de alimento): vitamina A, 4000 UI; vitamina D, 200 UI; riboflavina, 3 mg; ácido pantoténico, 5 mg; niacina, 20 mg; colina, 450 mg; vitamina B12, 10 ug; vitamina E, 2 mg; 3) Micromineral: Mn, 65 mg; I, 1 mg; Cu, 8 mg; Zn, 50 mg; Fe, 25 mg; Mg, 500 mg.

<sup>2</sup> PC: proteína cruda estimada (N x 6.25).

<sup>3</sup> EME: energía metabolizable estimada.

10 aves cada una). Tres grupos consumieron fosfato dicálcico (DICAL) en la fase de crecimiento y en postura recibieron los fosfatos de los yacimientos de RIO (DIRIO), MONTE (D/MONTE) y NAVAY (D/NAVAY), y los cuatro restantes, recibieron los fosfatos de roca (RIO, MONTE y NAVAY) y DICAL (testigo), desde las fases de iniciación-crecimiento y desarrollo-prepostura hasta la postura.

El contenido de Ca, P y F de los fosfatos sedimentarios de RIO, MONTE y NAVAY fue de 24,6, 11,1 y 1,2; 34,4, 11,0 y 2,5 y 24,3, 10,5 y 2,5, respectivamente para el mismo orden de las fuentes. Para el DICAL los valores son de 29,0, 22,7 y 0,0, para Ca, P y F, respectivamente.

Las aves se colocaron en jaulas metálicas individuales, desde las 20 hasta las 44 semanas de edad y en el galpón se garantizó un suministro de luz de 18 horas. Las aves fueron provistas de un bebedero de copa, uno por cada dos jaulas, y un comedero lineal colectivo para 10 gallinas, con suministro de agua y alimento a voluntad.

Se registró el consumo de alimento por réplica de 10 gallinas cada una, y de pesos individuales, cada 7 días. El consumo fue calculado por diferencia entre el ofrecido y el residuo en los comederos.

La producción diaria de huevo se determinó individualmente al igual que el peso, una vez cada semana. Las cáscaras fueron almacenadas, a temperatura ambiente, para posteriores mediciones de peso, espesor y concentración de cenizas, calcio, fósforo y flúor.

Se calculó la madurez sexual, edad en que el 50% de las gallinas se encontraban en producción y el porcentaje de intensidad de la postura, mediante la relación entre el número de huevos producidos por réplica (10 aves) durante una semana y el número de aves por repetición (10) por semana (7 días). La masa de los huevos se calculó como el producto entre el peso promedio del huevo y la intensidad de la postura, para cada tratamiento.

A las edades de 30 y 42 semanas, se sacrificaron, por dislocación cervical, cuatro aves por tratamiento para la extracción de ambas tibias y determinaciones de densidad (g/cc), porcentaje y mg/cc de cenizas, calcio, fósforo y flúor [3].

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y las medias comparadas por el método de amplitudes múltiples de Duncan [12].

## RESULTADOS

En la fase de postura, entre las 20 y 42 semanas de vida, el peso corporal aumentó ( $P<0,05$ ) con la edad, con diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre tratamientos. A las diferentes edades, las aves alimentadas con DICAL tuvieron pesos (g/ave) más elevados ( $P<0,05$ ), seguidas por las que consumieron RIO y las combinaciones D/R y D/N, siendo más bajas ( $P<0,05$ ) para D/M, MONTE y NAVAY. Los valores promedios, sin considerar el efecto de la interacción, para el mismo orden de los tratamientos, fueron de 2157,6, 1911,5, 1879,6, 1872,5, 1795,9, 1792,9 y 1744,7, TABLA II.

**TABLA II**  
**PESO Y CONSUMO DE PONEDORAS ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS EN FASE DE POSTURA<sup>1</sup>**

Edad	DICAL	D/R	DIM	D/N	RIO	MONTE	NAVAY
Semana	Peso <sup>2</sup> , g/ave						
20	1902,0 <sup>a</sup>	1778,6 <sup>b</sup>	1752,0 <sup>b</sup>	1788,8 <sup>b</sup>	1767,9 <sup>b</sup>	1776,0 <sup>d</sup>	1611,8 <sup>c</sup>
24	2215,5 <sup>a</sup>	1806,3 <sup>cd</sup>	1848,3 <sup>cd</sup>	1907,1 <sup>bc</sup>	1960,4 <sup>b</sup>	1793,3 <sup>d</sup>	1805,0 <sup>cd</sup>
32	2390,7 <sup>a</sup>	1908,3 <sup>bc</sup>	1802,2 <sup>c</sup>	1895,8 <sup>bc</sup>	1966,7 <sup>a</sup>	1791,8 <sup>c</sup>	1777,2 <sup>c</sup>
42	2444,1 <sup>a</sup>	2025,3 <sup>b</sup>	1781,2 <sup>c</sup>	1898,2 <sup>bc</sup>	1950,8 <sup>b</sup>	1810,4 <sup>c</sup>	1784,8 <sup>c</sup>
Promedio	<b>2157,6</b>	<b>1879,6</b>	<b>1795,9</b>	<b>1872,5</b>	<b>1911,5</b>	<b>1792,9</b>	<b>1744,7</b>
	Consumo <sup>3</sup> , g/ave/día						
20	119,0	112,0	115,5	110,7	110,0	109,1	105,0
24	110,0	103,8	103,0	106,5	107,3	94,0	98,3
32	115,7	110,7	97,5	107,2	105,9	98,7	102,7
42	116,5	106,2	95,7	99,0	110,2	92,5	95,0
Promedio	<b>115,7a</b>	<b>108,4b</b>	<b>99,5<sup>d</sup></b>	<b>104,4<sup>c</sup></b>	<b>109,5<sup>b</sup></b>	<b>100,1<sup>d</sup></b>	<b>98,5<sup>d</sup></b>
	Mortalidad, %						
Promedio	0	0	12	3	0	2	13

<sup>1</sup> Sesenta aves/tratamiento (20 a 42 semanas de edad).

<sup>2</sup> a, b, c. Números con letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $P<0,05$ ).

<sup>3</sup> Consumo ajustado por mortalidades.

Dentro de cada tratamiento no se observaron cambios significativos en el consumo de alimento, manteniéndose este **relativamente** constante a lo largo de la vida productiva de las aves. El consumo de alimento (g/ave) promedio durante el periodo fue superior ( $P<0,05$ ) para DICAL (115,7) en relación a las que consumían DICAL en crecimiento, en combinación con un fosfato de yacimiento en postura o las rocas en ambas fases. Entre estas últimas, los más altos consumos ( $P<0,05$ ) se registraron en las aves alimentadas con RIO (109,5) y su combinación D/R (108,4), seguido por D/N (104,4), más bajos para DM (99,5) y MONTE (100,1) e inferiores ( $P<0,05$ ) para NAVAY (98,5), TABLA II.

La mortalidad (%) promedio de las aves, en la fase de postura, fue superior en las alimentadas con NAVAY (13) y la combinación D/M (13), con valores menores para D/N (3) y MONTE (2). En los tratamientos con DICAL, D/R y RIO no se registró mortalidad, TABLA II.

La mineralización del tejido óseo de las aves alimentadas con los fosfatos de roca y su combinación con DICAL en prepostura, durante el periodo de postura, no fue **significativamente** diferente en densidad, porcentaje de cenizas, calcio (% y mg/cc), pero si ( $P<0,05$ ) en contenido de cenizas, cuando ésta se expresó como mg/cc, fósforo (% y mg/cc) y flúor (ppm).

Los valores promedios de la concentración de cenizas en hueso (mg/cc), a las 30 y 42 semanas de vida, fueron superiores para NAVAY (346,9), MONTE (343,6), DICAL (339,5) y RIO (334,4), en relación a D/R (326,4), D/M (325,1) v D/N (321,3), TABLA III.

En relación al contenido de fósforo (%), se presentaron diferencias entre tratamientos ( $P<0,05$ ), siendo los valores a las 30 semanas superiores para DICAL, seguido por D/R, D/M, D/N, MONTE y NAVAY, e inferior para RIO. Doce se-

TABLA III  
**CARACTERÍSTICAS DEL TEJIDO ÓSEO DE PONEDORAS EN FASE DE POSTURA ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS<sup>1</sup>**

Medida	Edad, S <sup>2</sup>	DICAL	D/R	D/M	D/N	RIO	MONTE	NAVAY
Densidad, g/cc	30	1,232	1,189	1,213	1,203	1,191	1,256	1,229
	42	1,181	1,188	1,144	1,156	1,171	1,139	1,161
Promedio		1,206	1,188	1,178	1,180	1,181	1,195	1,198
Cenizas, %	30	55,8	54,6	55,1	55,2	56,5	55,9	56,8
	42	57,1	54,1	57,2	54,8	56,9	55,3	56,7
Promedio		<b>56,5</b>	<b>54,3</b>	<b>56,2</b>	<b>55,0</b>	<b>56,7</b>	<b>55,6</b>	<b>56,7</b>
Cenizas, mg/cc	30	332,0	331,0	327,2	323,5	346,6	342,7	343,5
	42	346,6	321,9	323,1	319,1	322,3	344,5	350,3
Promedio		<b>339,5<sup>ab</sup></b>	<b>326,4<sup>b</sup></b>	<b>325,1<sup>b</sup></b>	<b>321,3<sup>b</sup></b>	<b>334,4<sup>ab</sup></b>	<b>343,6<sup>a</sup></b>	<b>346,9<sup>a</sup></b>
Fósforo <sup>3</sup> , %	30	17,61 <sup>a</sup>	16,04 <sup>c</sup>	16,04 <sup>c</sup>	16,20 <sup>bc</sup>	15,98 <sup>c</sup>	16,50 <sup>b</sup>	16,42 <sup>b</sup>
	42	17,26 <sup>a</sup>	17,68 <sup>a</sup>	16,29 <sup>c</sup>	16,34 <sup>c</sup>	17,17 <sup>b</sup>	16,69 <sup>bc</sup>	15,87 <sup>d</sup>
Promedio		<b>17,43</b>	<b>16,86</b>	<b>16,17</b>	<b>16,27</b>	<b>16,58</b>	<b>16,60</b>	<b>16,14</b>
Fósforo, mg/cc	30	58,5	53,3	52,5	52,3	55,4	56,4	56,4
	42	59,8	56,8	52,6	52,1	55,4	57,5	55,6
Promedio		<b>59,1<sup>a</sup></b>	<b>55,0<sup>bc</sup></b>	<b>52,6<sup>bc</sup></b>	<b>52,2<sup>c</sup></b>	<b>55,4<sup>bc</sup></b>	<b>56,9<sup>b</sup></b>	<b>55,9<sup>bc</sup></b>
Calcio, %	30	38,16	36,85	38,66	35,03	35,32	38,03	35,82
	42	37,26	37,69	35,04	36,80	38,39	36,33	36,26
Promedio		<b>37,71</b>	<b>37,27</b>	<b>36,85</b>	<b>35,91</b>	<b>36,85</b>	<b>37,18</b>	36,04
Calcio, mg/cc	30	126,6	122,1	126,6	113,2	122,5	130,6	122,6
	42	129,2	121,4	113,1	117,3	123,7	125,2	126,9
Promedio		<b>127,9</b>	<b>121,7</b>	<b>119,9</b>	<b>115,2</b>	<b>123,1</b>	<b>127,9</b>	<b>124,9</b>
Flúor, ppm <sup>3</sup>	30	1100 <sup>aA</sup>	3000 <sup>**</sup>	4575 <sup>dA</sup>	1975 <sup>aA</sup>	3650 <sup>cA</sup>	9500 <sup>eA</sup>	9175 <sup>eA</sup>
	42	1320 <sup>**</sup>	4380 <sup>bB</sup>	6800 <sup>cB</sup>	6300 <sup>cB</sup>	7380 <sup>cB</sup>	11040 <sup>dB</sup>	10080 <sup>dB</sup>
Promedio		1210	3690	5688	4138	5515	10270	9628

<sup>1</sup> Cuatro aves/tratamiento. <sup>2</sup> Semana. <sup>3</sup> Interacción significativa ( $P<0,05$ ) entre edad y variable de respuesta

a, b, c. Promedios con letras distintas en la misma fila son diferentes entre sí ( $P<0,05$ ).

A, B, C. Promedios con letras distintas en la misma columna son diferentes entre sí ( $P<0,05$ ).

TABLA IV  
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO PROMEDIO DE PONEDORAS (20 A 42 SEMANAS DE EDAD) ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTO

Medida <sup>1</sup>	DICAL	D/R	D/M	D/N	RIO	MONTE	NAVAY
Intensidad <sup>2</sup>	72,7 <sup>a</sup>	68,3 <sup>b</sup>	62,2 <sup>c</sup>	67,9 <sup>b</sup>	66,6 <sup>b</sup>	58,4 <sup>d</sup>	53,0 <sup>d</sup>
Edad 50% <sup>3</sup>	22,5 <sup>a</sup>	23,3 <sup>b</sup>	24,0 <sup>c</sup>	23,0 <sup>b</sup>	24,0 <sup>c</sup>	25,0 <sup>d</sup>	25,0 <sup>d</sup>
Conversión <sup>4</sup>	1,84 <sup>a</sup>	2,53 <sup>b</sup>			2,57 <sup>b</sup>	2,71 <sup>b</sup>	2,97 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Sesenta aves/tratamiento. <sup>2</sup> Intensidad, % =  $\frac{\text{postura por semana}}{7 \text{ días} \times 10 \text{ aves}} \times 100$ . <sup>3</sup> Edad 50% postura. <sup>4</sup> Conversión: kg alimento/docena de huevos. a, b, c... Promedios con letras distintas en la misma fila son diferentes entre si ( $P < 0,05$ ).

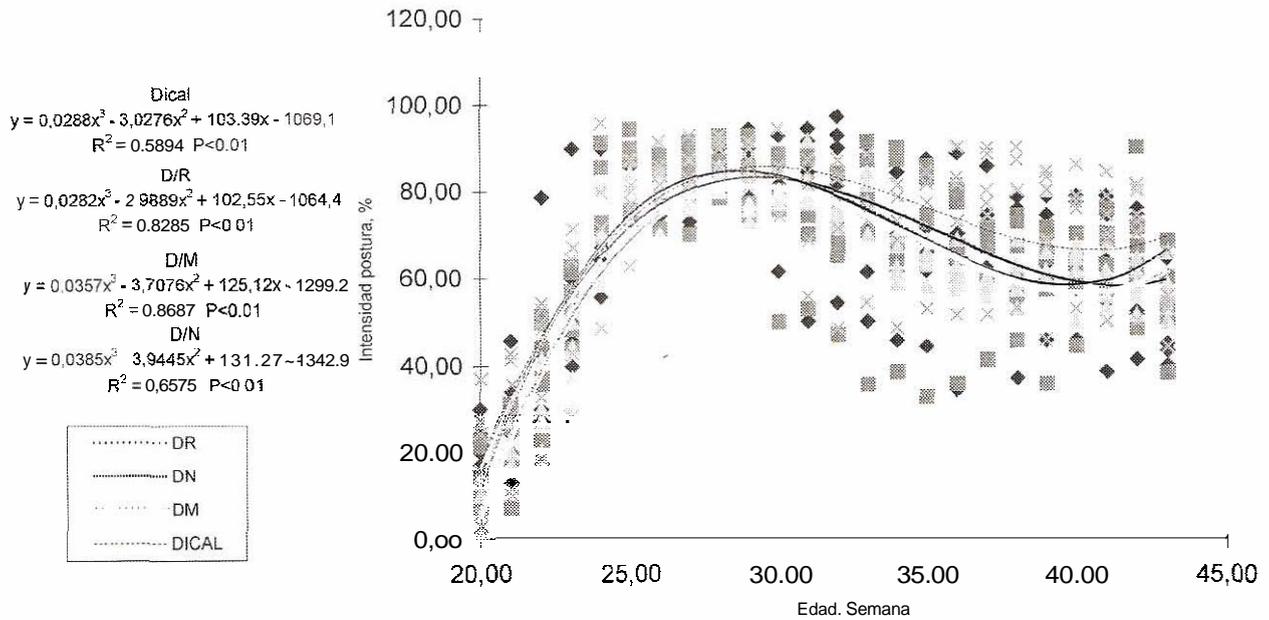


FIGURA 1. CURVAS DE INTENSIDAD DE POSTURA DE AVES ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS EN POSTURA.

manas después, los mejores tratamientos fueron DICAL y D/R, seguidos por los fosfatos de RIO y MONTE, más bajos para D/M y D/N, e inferior para NAVAY.

Cuando se expresó la concentración de fósforo en mg/cc de hueso, TABLA III, se obtuvieron valores promedios superiores ( $P < 0,05$ ) para DICAL (59,1), en relación a los fosfatos de yacimientos, siendo el contenido similar para MONTE (56,9), NAVAY (55,9) y RIO (55,4), y la combinación D/R (55,0) e inferior para D/M (52,6) y D/N (52,2).

La acumulación de flúor (ppm) en la tibia se incrementó con la edad ( $P < 0,05$ ) y el nivel de incorporación del elemento en la dieta ( $P < 0,05$ ). Las aves que consumían las rocas de MONTE y NAVAY, tuvieron las concentraciones más elevadas, seguidas por RIO y las combinaciones D/M y D/N, más bajas para D/R e inferiores para DICAL. A las 42 semanas de edad, el contenido de flúor en hueso fue de 1320, 4380, 6800, 6300, 7380, 11040 y 10080, para DICAL, D/R, D/M, D/N, RIO, MONTE y NAVAY, respectivamente para el mismo orden de los tratamientos, TABLA III.

La producción de huevos de las aves, determinada mediante la medición de la cantidad de huevos producidos ( $n^\circ$ )

por semana y la intensidad (%) de la postura, fue superior ( $P < 0,05$ ) en las alimentadas con DICAL (50,9 y 72,7) y la combinación D/R (47,8 y 68,3), sin diferencias significativas entre esta última y D/N (47,5 y 67,9) y la roca de RIO (46,6 y 66,6), con valores más bajos ( $P < 0,05$ ) para D/M (43,5 y 62,2) y MONTE (40,9 y 58,4) e inferiores ( $P < 0,05$ ) para NAVAY (37,1 y 53,0), TABLA IV.

Las curvas de intensidad (%) de postura en relación a la edad de las aves se representan a través de la graficación de regresiones polinomiales de tercer orden para cada uno de los tratamientos, con picos de producción más elevados para DICAL y RIO, seguido por las combinaciones D/R, DIN y DIM, FIG. 1, y más bajos para MONTE y NAVAY, FIG. 2.

Las comparaciones entre rocas y sus combinaciones con DICAL en postura, se realizó a la edad de 26 semanas, cuando DICAL alcanzó la máxima intensidad de postura, con 90,2% de las aves en producción, siendo el porcentaje de intensidad de postura más elevado ( $P < 0,05$ ) para las combinaciones D/R (86,2), D/N (86,9) y D/M (83,3) y menores para RIO (56,5), MONTE (54,3) y NAVAY (52,5), FIG. 3.

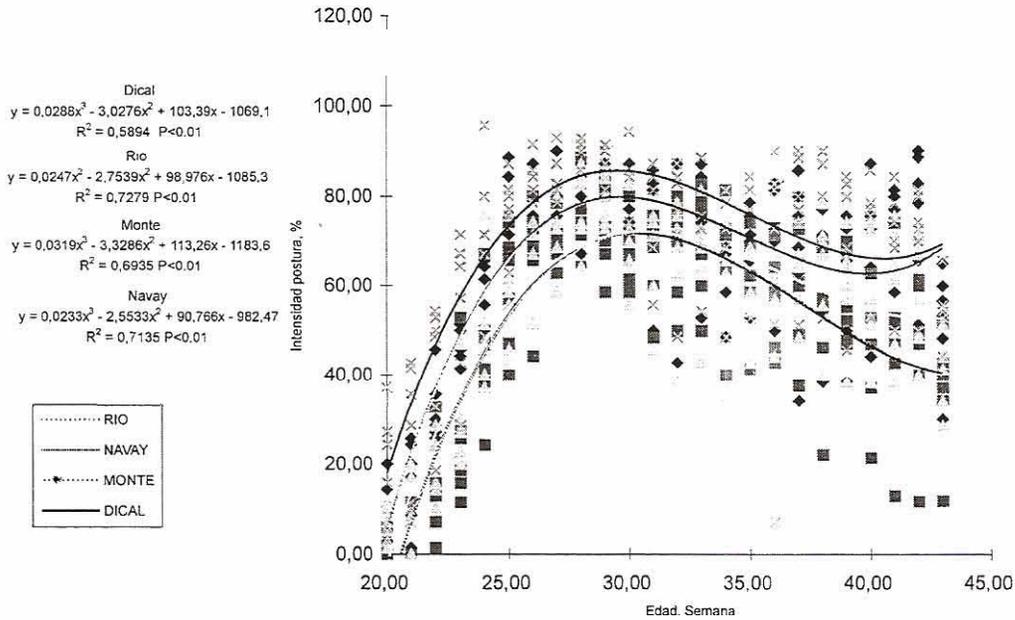


FIGURA 2. CURVAS DE INTENSIDADE DE POSTURA DE AVES ALIMENTADAS COM FOSFATOS DE YACIMIENTO EN INICIACIÓN-PREPOSTURA Y EN POSTURA.

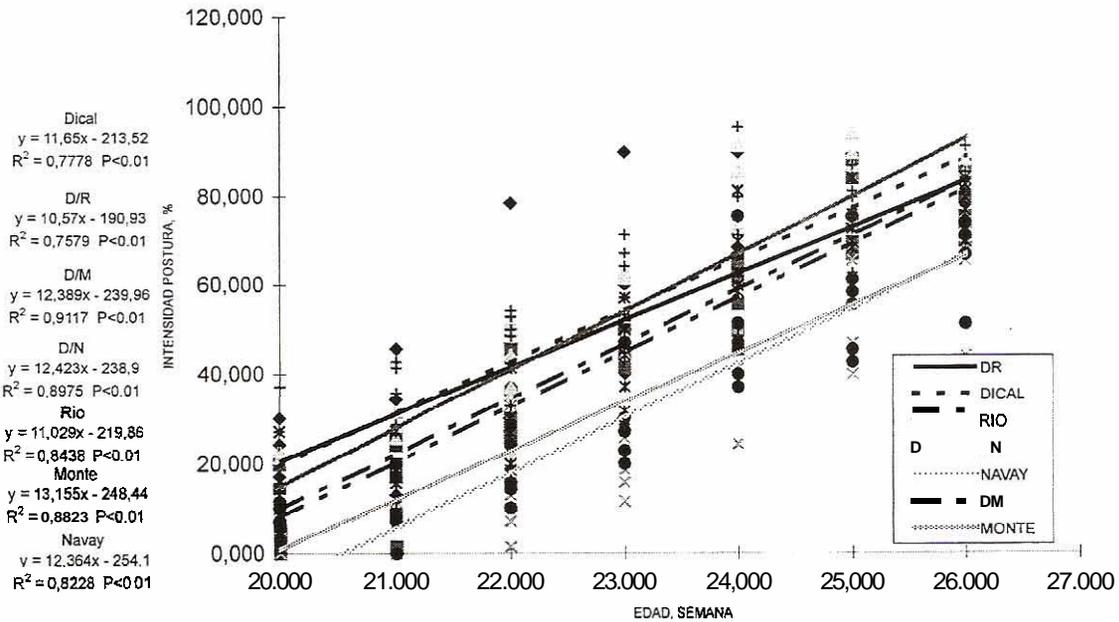


FIGURA 3. COMPARACIÓN DE LA INTENSIDAD DE POSTURA DE AVES ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTO Y SUS COMBINACIONES CON DICAL A LA EDAD DE 26 SEMANAS.

La edad (semanas) en que el 50% de las aves se encuentran en producción fue menor ( $P < 0,05$ ) para DICAL (22,5), seguida por DIR (23,3) y D/N (23,0), y más tardíamente (24,0) para DIM y RIO, y las alimentadas con MONTE y NAVAY, que alcanzaron la madurez sexual a la edad de 25 semanas, TARR A IV.

La conversión alimenticia, kg de alimento/docena de huevo, fue más baja ( $P < 0,05$ ) para DICAL (1,84), sin diferencias entre los demás tratamientos, siendo los valores de 2,53, 245, 2,42, 2,57, 2,71, 2,97, respectivamente, para D/R, DIM, D/N, RIO, MONTE y NAVAY, TABLA IV.

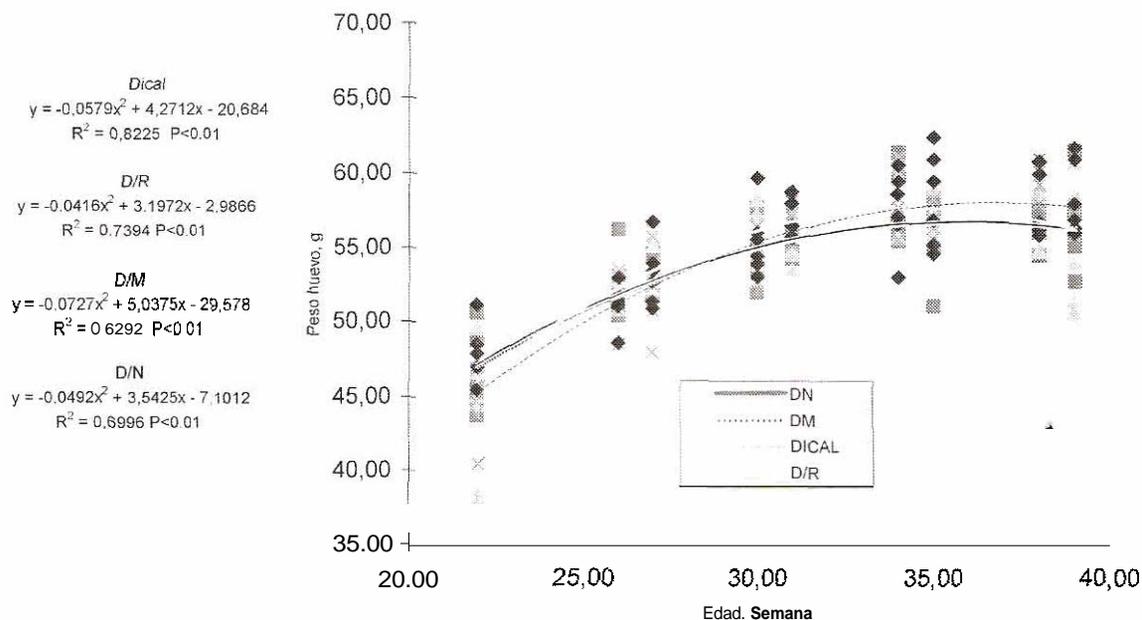
No se observaron diferencias significativas en el peso (g) y volumen (cc) promedio de los huevos a lo largo del periodo de producción, con valores de 54,2 y 55,4; 54,7 y 55,6; 53,7 y 55,4; 53,8 y 54,4; 54,6 y 56,3; 53,1 y 54,3; y, 54,9 y 55,0, respectivamente para DICAL, DIR, DIM, DIN, RIO, MONTE y NAVAY, TABLA V.

El peso de los huevos aumentó ( $P < 0,05$ ) con la edad de las aves, con valores más elevados a las 34 semanas de edad, para los tratamientos DICAL, RIO y NAVAY, seguidos por D/R, D/N y D/M, y, más bajo para MONTE, con pesos máximos ( $P < 0,05$ ) a las 34 semanas de vida, sin diferencias signifi-

**TABLA V**  
**PESO, VOLUMEN Y MASA DE HUEVOS DE AVES ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTO<sup>1</sup>**

Edad, S	DICAL	D/R	DIM	D/N	RIO	MONTE	NAVAY	Promedio
Peso huevo, g								
22	45,2	47,6	45,2	46,8	46,3	38,2	46,4	<b>45,1<sup>A</sup></b>
30	55,2	55,4	55,8	54,4	56,0	55,6	56,2	<b>55,5<sup>B</sup></b>
34	58,0	57,5	56,7	57,6	58,6	55,3	58,6	<b>57,5<sup>B</sup></b>
38	58,5	58,4	56,4	56,3	57,7	55,8	58,4	<b>57,4<sup>B</sup></b>
Promedio	<b>54,2</b>	<b>54,7</b>	<b>53,7</b>	<b>53,8</b>	<b>54,6</b>	<b>53,1</b>	<b>54,9</b>	
Volumen, cc								
Promedio	<b>55,4</b>	<b>55,6</b>	<b>55,4</b>	<b>54,4</b>	<b>56,3</b>	<b>54,3</b>	<b>55,0</b>	
Masa Huevo, g <sup>2</sup>								
22	1968	1995	1338	1871	1494	819	331	<b>1402,3<sup>A</sup></b>
30	4679	4496	4371	4249	4267	3822	3711	<b>4227,9<sup>C</sup></b>
34	4033	3815	3726	3987	3637	3498	3856	<b>3793,1<sup>B</sup></b>
38	4668	3778	3379	3521	3680	3576	3126	<b>3675,4<sup>B</sup></b>
Promedio	<b>3836<sup>a</sup></b>	<b>3521<sup>a</sup></b>	<b>3204<sup>b</sup></b>	<b>3407<sup>b</sup></b>	<b>3269<sup>b</sup></b>	<b>2929<sup>c</sup></b>	<b>2756<sup>c</sup></b>	

<sup>1</sup> Sesenta aves/tratamiento. <sup>2</sup> Masa huevo (g)= Peso huevo (g) x Intensidad (%). a, b, c... Promedios con letras distintas en la misma fila son diferentes entre si (P<0,05). A, B, C. Promedios con letras distintas en la misma columna son diferentes entre si (P<0,05).



**FIGURA 4. RELACIÓN ENTRE PESO DEL HUEVO Y EDAD DE AVES EN POSTURA ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTO.**

ficativas (P>0,05) entre tratamiento, TABLA V; FIGS. 4 y 5. Sin embargo, la masa de huevos (g) disminuyó (P<0,05) con la edad de las aves, siendo mayor (P<0,05) para DICAL (3836), sin diferencias con D/R (3521), pero sí (P<0,05) con D/M (3204), D/N (3407) y RIO (3269). Estos últimos fueron superiores (P<0,05) a MONTE (2929) y NAVAY (2756). La interacción tratamiento x edad no registró significancia (P>0,05) estadística, TABLA V; FIGS. 6 y 7.

3Similarmente, el peso de la cáscara (g) fue más elevado en DICAL (5,50) y las combinaciones D/R (5,57) y D/N (5,28) y, la roca de RIO (5,40), siendo menos pesada en el tratamiento DIM (5,15), sin diferencias con las que consumieron MONTE (4,37) e inferiores (P<0,05) para NAVAY (4,00). No se registraron diferencias en el espesor (mm) de la cáscara en los distintos tratamientos con un valor promedio de 0.331 ± 0,011, TABLA VI.

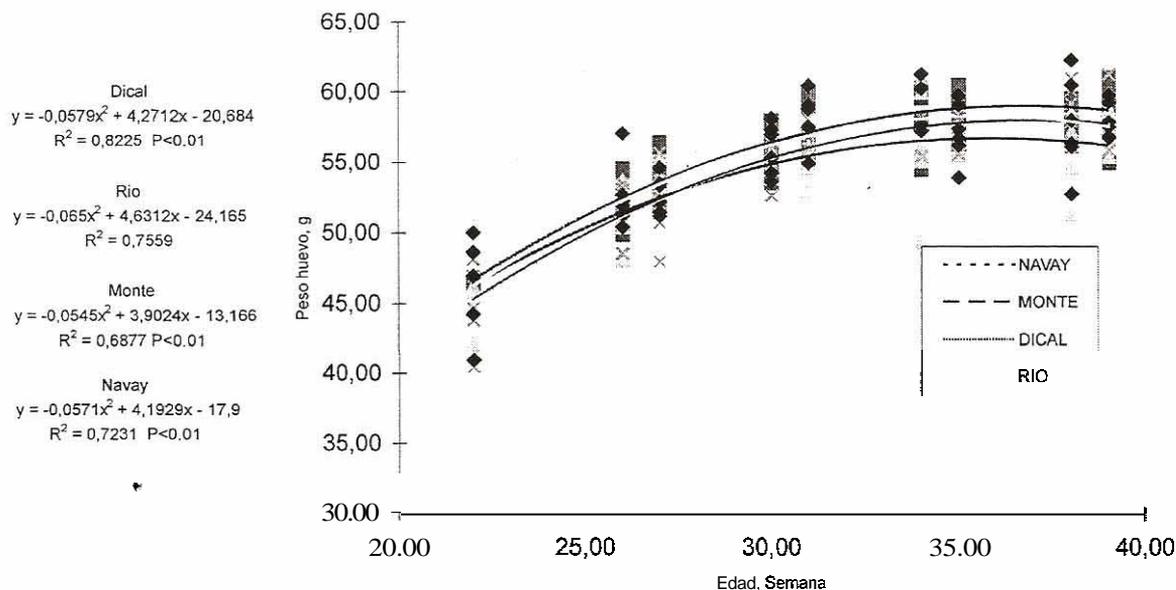


FIGURA 5. RELACIÓN ENTRE PESO DEL HUEVO Y EDAD DE AVES ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS EN INICIACIÓN-PREPOSTURA Y POSTURA.

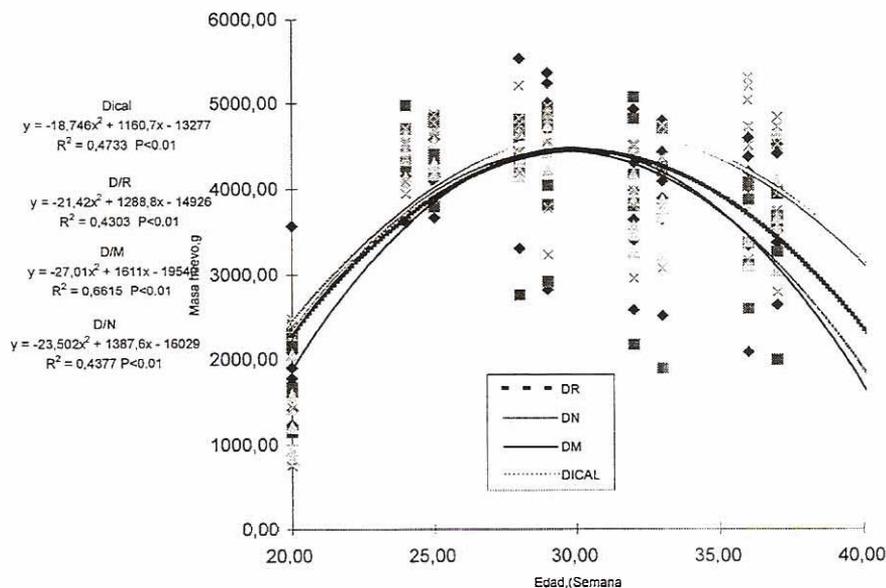


FIGURA 6. RELACIÓN ENTRE MASA DE HUEVO Y EDAD DE AVES EN POSTURA ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS.

La composición química de la cáscara, a los 42 días de edad, fue similar en contenido de cenizas (%), fósforo (%), calcio (%) y flúor (ppm) para los diferentes tratamientos, con concentraciones de 52,9, 18,00, 30,13 y 100 para DICAL, 52,8, 17,00, 29,09 y 125 para D/R, 52,9, 16,0, 33,74 y 175 para DM, 54,4, 16,25, 32,18 y 175 para DIN, 53,7, 18,0, 32,38 y 100 para RIO, 51,7, 15,50, 31,73 y 150, para MONTE y, 53,2, 19,0, 32,85 y 150 para NAVAY, respectivamente para el mismo orden de las mediciones, TABLA VI.

## DISCUSIÓN

En la fase de postura, los pesos más bajos para las aves alimentadas con NAVAY, MONTE y la combinación D/M, se

relacionan principalmente con menor consumo de alimento en estos tratamientos, resultando en una disminución en la disponibilidad de nutrientes para mantenimiento [4] y posiblemente baja síntesis de proteína corporal cuando están presentes altos niveles de flúor [5, 6, 7]. Sin embargo, Said y col. [11] no obtuvieron diferencias significativas en el peso de aves alimentadas con fosfatos de roca (648 ppm). Tampoco se registró relación alguna entre el contenido de flúor en la dieta y la mortalidad de las aves, como lo señalaron Said y col. [11].

La mineralización del tejido óseo no presentó una tendencia definida, posiblemente asociada a menores cambios en el animal adulto [1, 4, 8], mientras que la acumulación de flúor se mantuvo a concentraciones de aproximadamente 10.000 ppm

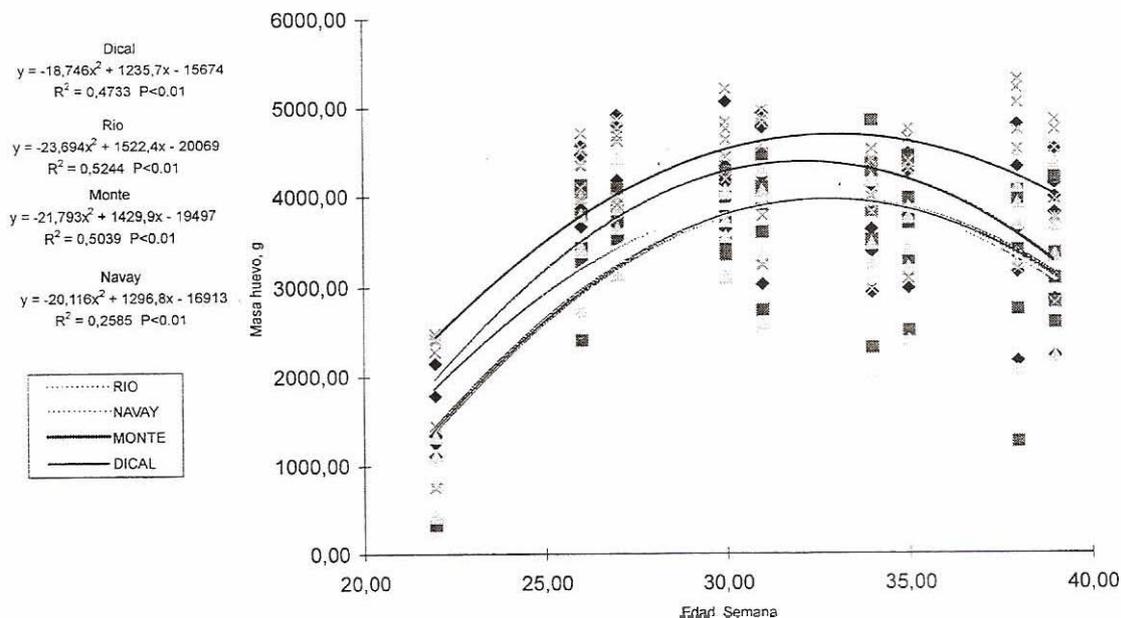


FIGURA 7. RELACIÓN ENTRE MASA DE HUEVO Y EDAD DE AVES EN INICIACIÓN-PREPOSTURA Y POSTURA ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS.

TABLA VI

CARACTERÍSTICAS DE LA CÁSCARA DE HUEVOS DE PONEDORAS ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS<sup>1</sup>

Medida	DICAL	D/R	D/M	D/N	RIO	MONTE	NAVAY
Cáscara, g	5,50 <sup>a</sup>	5,57 <sup>a</sup>	5,15 <sup>b</sup>	5,28 <sup>a</sup>	5,40 <sup>a</sup>	4,37 <sup>c</sup>	4,00 <sup>c</sup>
Espesor, mm	0,328	0,322	0,333	0,344	0,338	0,341	0,310
Cenizas, %	52,9	52,8	52,9	54,4	53,7	51,7	53,2
Fósforo, %	18,0	17,0	16,0	16,3	18,0	15,5	19,0
Calcio, %	30,13	29,29	33,74	32,18	32,38	31,73	32,85
Flúor, ppm	100	125	175	175	100	150	150

<sup>1</sup> Sesenta aves/tratamiento (42 semanas de edad). a, b, c... Promedios con letras distintas en la misma fila son diferentes entre sí ( $P < 0,05$ ).

en los tratamientos MONTE y NAVAY, de mayor contenido del elemento y menor biodisponibilidad de fósforo, determinando una interacción significativa entre tratamiento y edad de los animales. Los cambios menores en la acumulación de flúor en el animal adulto se deben a la dilución del elemento en el hueso mineralizado [13]. Estos valores fueron más elevados que los señalados por Hahn y Guenter [4] y similares a los de Van Toledo y Combs [14], cuando se incluyeron fosfatos de rocas en las dietas.

La incorporación de fosfatos de rocas en la dieta (550 ppm) de aves al inicio de la postura, disminuyó la intensidad de producción de huevos y provocó retraso para alcanzar la madurez sexual de 4 a 10 días, que fue más severa (17 días) en las aves alimentadas con estas fuentes desde el nacimiento. También Said y col. [11] reportaron retrasos en madurez sexual (8 y 11 días) en aves alimentadas con altos niveles de flúor (>600 ppm).

La depresión en el consumo de alimento provocó un deterioro en la eficiencia de conversión, siendo más severa en

los tratamientos MONTE y NAVAY, por mayor contenido de flúor en la dieta, que en las combinaciones con DICAL. Resultados similares fueron obtenidos por Said y col. [11] y Hanh y Guenter [4].

En términos generales, el peso del huevo aumentó con la edad de las aves, con valores máximos más tardíos en las aves bajo los tratamientos con MONTE y NAVAY, probablemente por retraso en la madurez sexual. Similarmente, la menor masa de los huevos en las aves alimentadas con las combinaciones DICAL y un fosfato de roca y, en los tratamientos con RIO, MONTE y NAVAY, se relaciona con intensidades de posturas más bajas y huevos más livianos, por disminución en el consumo de alimento y retraso en alcanzar la madurez sexual, respectivamente [4, 11].

Las características de la cáscara de los huevos, como peso y grosor y, la composición química, contenido de cenizas, fósforo y calcio, fueron similares en los distintos tratamientos [1, 11]. El ligero incremento en la concentración de flúor en la cáscara de las aves alimentadas con las combina-

ciones DICAL y un fosfato de roca o los tratamientos con el fosfato de yacimiento únicamente, fue señalado también por Hanh y Guenter [4].

## CONCLUSIONES

La incorporación de los fosfatos sedimentarios de MONTE y NAVAY, en dietas para aves de postura, durante períodos prolongados, desde las etapas de iniciación y desarrollo hasta la postura, provoca disminución en el consumo de alimentos y peso de las aves y, retraso en la madurez sexual. Cuando se utiliza un fosfato sedimentario de menor contenido de flúor como RIO durante períodos prolongados o se combina un fosfato grado alimenticio (DICAL) en prepostura y un fosfato alto en flúor (MONTE o NAVAY) en postura es posible obtener respuestas productivas, reproductivas y de mineralización ósea dentro de valores normales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CAMPS, D.M. La roca fosfórica como fuente de fósforo en la alimentación. **Rev. Cubana de Ciencias Avícola.** 9:23. 1982.
- [2] DAVIS, M.I.; MOTZOK, Y. Properties of chick intestinal phytase. **Poult. Sci.** 51:494. 1972.
- [3] GODOY, S.; CHICCO, C.F. Fosfatos sedimentarios para la alimentación de aves de postura. 1. Fase de iniciación-prepostura. *Revista Científica, FCV-LUZ.* 10 (6): 486-493, 2000,
- [4] HAHN, P.H.B.; GUENTER, W. Effect of dietary fluoride and aluminum on laying hen performance and fluoride concentration in blood, soft tissue, bone and egg. **Poult. Sci.** 65:1343. 1986.
- [5] HOLLAND, R.I. Fluoride inhibition of protein synthesis. **Cell. Biol. Inter. Rep.** 3:701. 1979.
- [6] LIN, S.Y.; MOSTELLER, R.D.; HARDESN, B. The mechanism of sodium fluoride and cycloheximide inhibition of hemoglobin biosynthesis in the cell-free reticulocytes system. **J. Mol. Biol.** 21:61. 1966.
- [7] MARKS, P.A.; BURKA, E.; CONCONI, F.; PERL, W.; RIFKIND, R. Polyribosome dissociation and formation in intact reticulocytes with conservation of messenger ribonuclear acid. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA.** 53:1437. 1965.
- [8] MERKLEY, J.W. The effect of sodium fluoride on egg production, egg quality, and bone strength of caged layers. **Poult. Sci.** 60:771. 1981.
- [9] NELSON, T.S. The hydrolysis of phytate phosphorus by chicks and laying hens. **Poult. Sci.** 55:2262. 1976.
- [10] NELSON, T.S. Phosphorus availability in plant origin feedstuffs for poultry and swine. In : Annual International Mineral Conference. Proceedings: 59. 1980.
- [11] SAID, N.W., SUNDE, M.L.; BIRD, H.R.; SUTTIE, J.W. Rawrock phosphate as a phosphorus supplement for growing pullets and layers. **Poult. Sci.** 58:1557. 1979.
- [12] STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. Principles and Procedures of statistics. A Biometrics Approach. 2nd. ed. New York. Mc Graw-Hill. 622 p. 1988.
- [13] SUTTIE, J.W.; KOLSTAD, D.L.; SUNDE, M.L. Fluoride tolerance of the young chick and turkey poult. **Poult. Sci.** 63:738. 1984.
- [14] VAN TOLEDO, B.; COMBS, G.F. Fluorosis in the laying hen. **Poult. Sci.** 63:1543. 1984.
- [15] WALDROUP, P.W.; SIMPSON, C.F.; DAMRON, B. L.; HARMS, R.H. The effectiveness of plant and inorganic phosphorus in supporting egg production in hens and hatchability and bone development in chick embryos. **Poult. Sci.** 46:659. 1967.