

# FOSFATOS SEDIMENTARIOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE AVES DE POSTURA. 1. FASE DE INICIACIÓN-PREPOSTURA

## Rawrock Phosphates in Laying Hens' Feeding. 1. Growing and Prelying Period

*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 prepostura, sobre crecimiento y características del tejido óseo, 720 pollitas de un día de nacidas, fueron asignadas, según un diseño completamente aleatorizado, a cuatro tratamientos experimentales, en grupos de 60, con tres repeticiones para cada uno, durante dos etapas de alimentación, de 1 a 8, y de 9 a 19 semanas de edad. Se utilizaron los fosfatos de yacimiento de Riecito (RIO), Monte Fresco (MONTE) y Navay (NAVAY) y como testigo, un fosfato dicálcico (DICAL) de alta pureza. Las dietas fueron de tipo maíz-soya, siendo isoproteicas (PCE: 20-16%), isoenergéticas (EM: 2900-2850 kcal/kg), isocálcicas (Ca: 1-0,85%) e isofosfóricas (P total: 0,67-0,64%), para las etapas de iniciación y desarrollo, respectivamente. En las aves, mantenidas en piso, se realizaron mediciones de consumo y peso semanales y composición química de la tibia izquierda a las 19 semanas de edad, mediante el sacrificio de cuatro aves/tratamiento. El peso (g/ave) y consumo (g/ave/día), a las 19 semanas de edad, fueron superiores ( $P < 0,05$ ) para DICAL (1772 y 110,3), RIO (1721 y 110,1), en relación a NAVAY (1579 y 99,4) y MONTE (1637 y 99,8), respectivamente. El contenido de cenizas (% y mg/cc de hueso) fue para DICAL 52,2 y 311, RIO 52,2 y 306; MONTE 49,8 y 300; y NAVAY 50,8 y 300, respectivamente. La acumulación de flúor en el tejido óseo presentó valores bajos para DICAL (490), intermedio para RIO (5430) y elevados para NAVAY (8384) y MONTE (9056). Los resultados obtenidos indican que el fosfato de RIO presentó valores similares al DICAL, en la fase de prepostura, mientras que los yacimientos de MONTE y NAVAY, cuando son suministrados como única fuente de fósforo, provocaron una disminución del consumo de alimento, del peso corporal de las aves y elevadas concentraciones de flúor en hueso.

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

### ABSTRACT

To evaluate the effect of sedimentary phosphate sources in the feeding of growing and prelying hens, on growth and bone tissue characteristic, 720 one day old chicks were assigned to a totally randomized design, to four experimental treatments, in groups of 10, with three repetitions each, during two feeding stages, from 1 to 8, and from 9 to 19 weeks of age. The phosphates of Riecito (RIO), Monte Fresco (MONTE) and Navay (NAVAY) were used and a dicalcium phosphate (DICAL) of high purity as a control. The diets were the corn-soya type, with similar content of protein (PCE: 20-16%), energy (EM: 2900-2850 kcal/kg), calcium (Ca: 1-0.85%) and total phosphorus (P: 0.67-0.64%). In the birds, kept on floor, feed consumption and body weight gain was carried out weekly and chemical composition to the left tibia at the 19 weeks of age, by sacrificing four birds/treatment. The weight (g/bird) and intake (g/bird/day), up to the 19 weeks of age, were higher ( $P < 0,05$ ) for DICAL (1772 and 110.3), RIO (1721 and 110.1), than NAVAY (1579 and 99.4) and MONTE (1637 and 99.8), respectively. The ash content (% and mg/cc) was 52.2 and 311 for DICAL, 52.2 and 306 for RIO; 49.8 and 300 for MONTE; and 50.8 and 300 for NAVAY, respectively. The accumulation of fluorine in the bone tissue presented low values for DICAL (490), intermediate for RIO (5430) and high for NAVAY (8384) and MONTE (9056). The results indicate that the phosphate of RIO presented similar values to those of DICAL, in the prelying period, while MONTE and NAVAY, when given as only source of the element, decreased feed intake, body weight and presented high concentrations of fluorine in bone.

**Key words:** Rawrocks phosphates, birds, phosphorus.

### INTRODUCCIÓN

En las aves de postura es particularmente importante la concentración de fósforo y calcio en la dieta. Durante la etapa de crecimiento y prepostura, se requiere de una eficiente for-

mación de tejido óseo, de tal manera que se pueda mantener a altos niveles la producción de huevos y una adecuada formación de la cáscara. En la fase de postura, la inclusión de altas concentraciones de calcio en la dieta interfiere con la utilización del fósforo disponible y de otros elementos minerales como magnesio, manganeso y zinc [9, 14], por lo que el fósforo es un elemento de particular atención para estos animales.

El requerimiento de fósforo para las aves de postura se cubre a través del suministro del elemento en forma disponible, lo que incluye las fuentes inorgánicas de origen geológico y animal, así como las de origen vegetal, como el fósforo disponible de los fitatos.

Las aves en crecimiento pueden utilizar alrededor del 30% del fósforo total de origen vegetal, presente en forma de fitatos, mientras que, en las adultas, el aprovechamiento puede alcanzar hasta el 75% del elemento [17, 18, 29], ya que, con el desarrollo de la microbiota del tracto gastrointestinal existe cierta producción de fitasas, que hidrolizan los fitatos, haciéndolos disponibles para el animal [6].

Entre las fuentes inorgánicas de fósforo que podrían ser utilizadas en la formulación de dietas para las aves de postura, se pueden incluir las procedentes de los yacimientos de fosfatos sedimentarios. Consecuentemente, el objetivo de este experimento fue evaluar el comportamiento productivo y las características del tejido óseo, de aves alimentadas con fosfatos de rocas crudas durante las fases de iniciación, crecimiento y desarrollo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

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

Para las fases de iniciación-crecimiento y desarrollo-prepostura, 720 pollitas de un día de nacidas, fueron asignadas, según un diseño completamente aleatorizado, a cuatro tratamientos experimentales, en grupos de 60 aves, con tres repeticiones cada uno, correspondientes a las fuentes de fósforo bajo estudio: los fosfatos de yacimiento de RIO, MONTE y NAVAY, y el fosfato dicálcico (DICAL), como testigo. 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 dietas, a base de maíz-soya, fueron isoproteicas (20 y 16 % PCE), isocalóricas (2900 y 2850 kcal EME/kg), isocálcicas (1 y 0,85 % Ca) e isofosfóricas (0,67 y 0,64 % P total), en cada una de las etapas de iniciación- crecimiento (1 a 8 semanas) y desarrollo-prepostura (9 a 19 semanas), TABLA I. En contenido de flúor (ppm) de las dietas experimentales, para la

**TABLA I**  
**DIETAS PARA AVES DE POSTURA DURANTE LA FASE DE CRECIMIENTO SUPLEMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS**

Ingredientes	Iniciación-Crecimiento	Desarrollo-Prepostura
	< 8 Semanas	9-19 Semanas
Harina de maíz amarillo	66	70
Harina de Soya 48	30	18
Afrecho de Trigo	-	9
Aceite vegetal	-	-
Sal	0,3	0,3
Metionina	0,2	0,2
Carbonato de calcio	0-2,6	0,1-2,2
Minerales y Vitaminas <sup>1</sup>	0,3	0,3
DICAL	1,4	1,1
RIO	3,0	2,2
MONTE	3,0	2,2
NAVAY	3,1	2,3
PC <sup>2</sup> , %	20	16
EME <sup>3</sup> , kcal/kg	2900	2850
Ca, %	1,0	0,85
P total, %	0,67	0,64
P disponible, %	0,42	0,35

<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.

fase de iniciación-crecimiento fue de 630, 750 y 775 para RIO, MONTE y NAVAY y, para la fase de desarrollo-prepostura de 462, 550 y 575, respectivamente para el mismo orden de las fuentes.

Las aves se alojaron en 42 corrales colectivos construidos en piso, con un área de 300 cm x 200 cm, con 10 aves/m<sup>2</sup>, con una lámpara de luz (60 vatios), para calefacción, hasta los 21 días de edad. En el interior de los corrales se colocaron dos comederos lineales y bebederos de un galón, para el suministro de alimento y agua a voluntad.

Las aves se vacunaron contra la enfermedad de Marek, el primer día de vida, Gumboro, a los 4 y 14 días de edad, New Castle y bronquitis, al séptimo día, octava y décimo sexta semana, y viruela, el séptimo día de vida.

En las fases de iniciación-crecimiento y desarrollo-prepostura se llevaron semanalmente registros de peso y consu-

**TABLA II**  
**PESO Y CONSUMO DE AVES ALIMENTADAS**  
**CON FOSFATOS DURANTE LA FASE DE**  
**CRECIMIENTO-PREPOSTURA<sup>1</sup>**

Medidas	DICAL	RIO	MONTE	NAVAY
Peso, g/ave	1772,2a	1721,2a	1637,2b	1579,3c
Consumo, g/ave	110,35a	110,08a	99,78a	99,40a

1: Cuarenta aves/tratamiento; edad de 19 semanas.

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

mo de alimento, por grupo (60 aves). El consumo se calculó por diferencia entre el alimento ofrecido y el residuo en los comederos.

A las edades de 12, 14 y 19 semanas, se sacrificaron, por dislocación cervical, cuatro aves por tratamiento para la extracción de la tibia izquierda y determinaciones de densidad (g/cc), porcentaje y mg/cc de cenizas, calcio, fósforo y flúor. La densidad (g/cc) se calculó mediante la relación entre el peso del hueso fresco (g) y el volumen de agua (cc) desplazada al sumergir el hueso en un cilindro de vidrio graduado, peso húmedo y seco a 105°C, durante 48h, y peso seco desgrasado por reflujo con éter de petróleo al 100% en caliente, durante 4 horas. Los huesos se incineraron a 600°C durante 24h. Las cenizas resultantes se expresaron como porcentaje del peso seco libre de grasa y en mg/cc de hueso, determinándose además el contenido de fósforo, calcio (% y mg/cc) y flúor (ppm).

Los análisis de las diferentes raciones experimentales y muestras de tejidos y fluidos corporales, se realizaron de

acuerdo a las metodologías: proteína (Nx6,25) por el método de Kjeldahl, calcio por espectrofotometría de absorción atómica con llama aire acetileno, fósforo por colorimetría [7] y flúor por electrometría [3].

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y las medias comparadas por el método de amplitudes múltiples de Duncan [26].

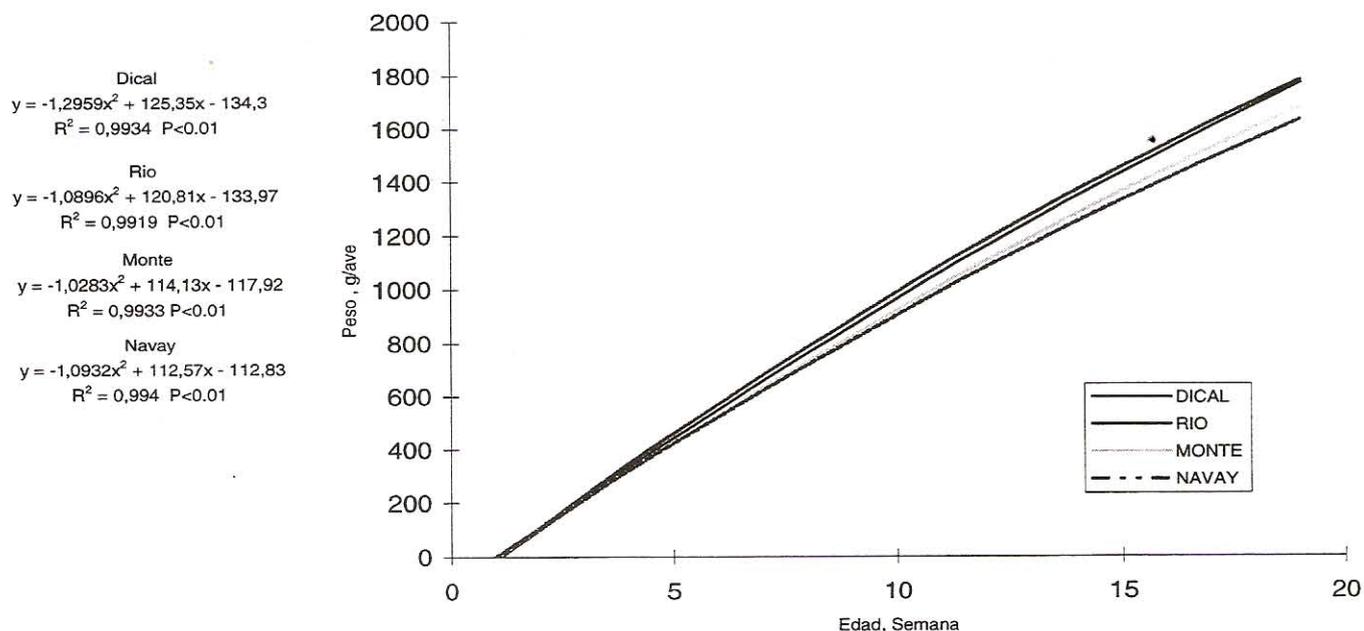
## RESULTADOS

El peso corporal promedio (g/ave), a las 19 semanas de edad, fue diferente ( $P < 0,05$ ) para los distintos tratamientos, siendo mayor ( $P < 0,05$ ) para DICAL (1772,2) y RIO (1721,2), seguidos por los fosfatos de MONTE (1637,2) y NAVAY (1579,3), TABLA II. El consumo (g/ave) promedio de alimento es similar entre tratamientos, a la semana 19 de edad, siendo los valores de 110,35, 110,08, 99,78, y 99,40, respectivamente para DICAL, RIO, MONTE y NAVAY, TABLA II.

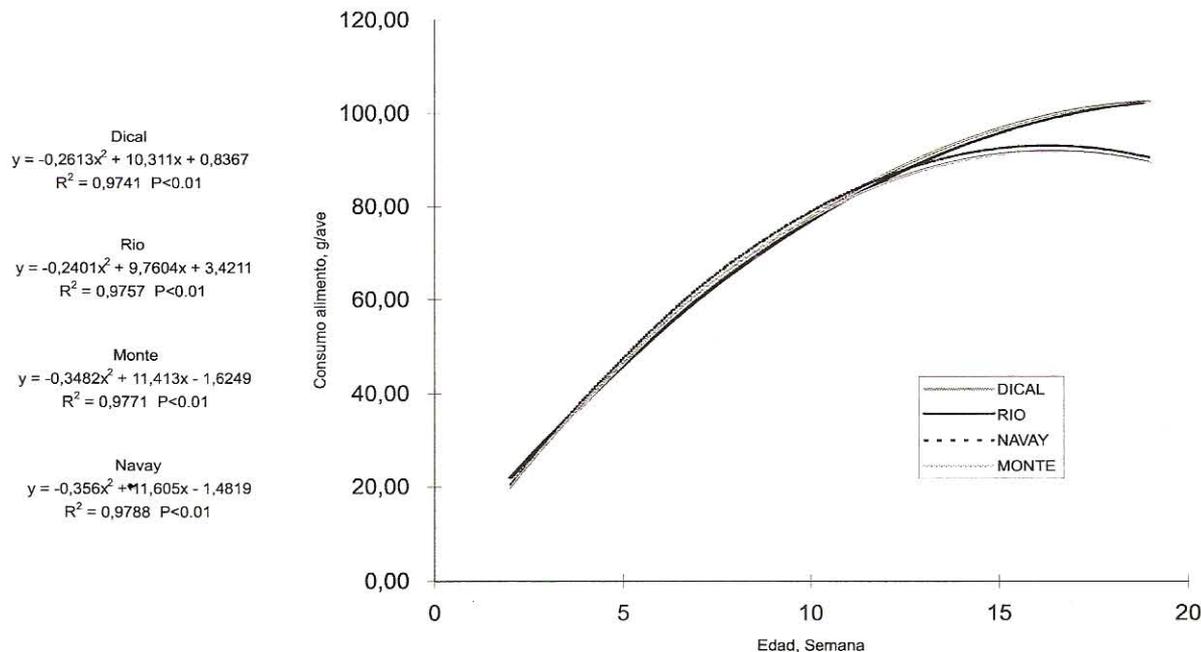
Las curvas de crecimiento de las aves (peso), descritas a través de ecuaciones polinomiales, mostraron diferencias a partir de la octava semana de vida, entre las alimentadas con DICAL y RIO, y las que consumían MONTE y NAVAY, FIG. 1. Una respuesta similar entre consumo y edad se observó en los diferentes tratamientos, con consumos menores para MONTE y NAVAY, a partir de las 12 semanas de edad, FIG. 2.

La graficación de las líneas de regresión entre ingestión de fósforo y peso corporal, para cada tratamiento, FIG. 3, presenta respuestas similares a las curvas de crecimiento.

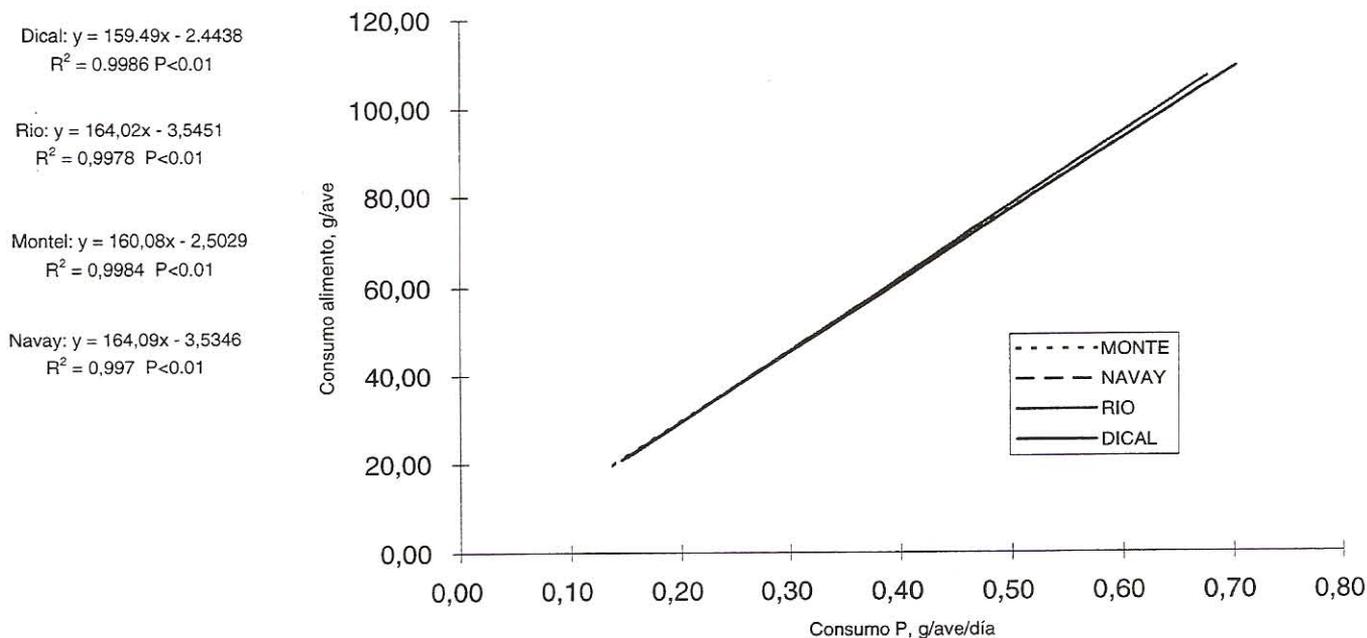
En términos generales, las diferentes variables que caracterizan la mineralización del tejido óseo mostraron una ten-



**FIGURA 1. CURVA DE CRECIMIENTO DE AVES EN INICIACIÓN-PREPOSTURA ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS.**



**FIGURA 2. CONSUMO DE ALIMENTO DE AVES EN INICIACIÓN-PREPOSTURA ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS.**



**FIGURA 3. RELACIÓN ENTRE CONSUMO DE FÓSFORO Y PESO DE AVES EN INICIACIÓN-PREPOSTURA ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS.**

dencia a incrementar con la edad de las aves ( $P < 0,05$ ). Las diferencias entre tratamientos son significativas ( $P < 0,01$ ) para concentración de cenizas (%), fósforo (% y mg/cc) y flúor (ppm), TABLA III. La concentración (%) promedio de cenizas en hueso fue similar entre sí para DICAL y RIO y superior a MONTE y NAVAY. Los valores promedios son de 59,45, 59,48, 56,02 y 57,38 para DICAL, RIO, MONTE y NAVAY, res-

pectivamente. El contenido de fósforo (%) promedio en hueso para los fosfatos de RIO y MONTE fueron similares a DICAL y éstos superiores ( $P < 0,05$ ) a NAVAY.

Cuando la concentración de fósforo se expresó en mg/cc de hueso, en las diferentes edades se registraron contenidos superiores ( $P < 0,05$ ) para DICAL, seguido por RIO y MONTE e inferior para NAVAY.

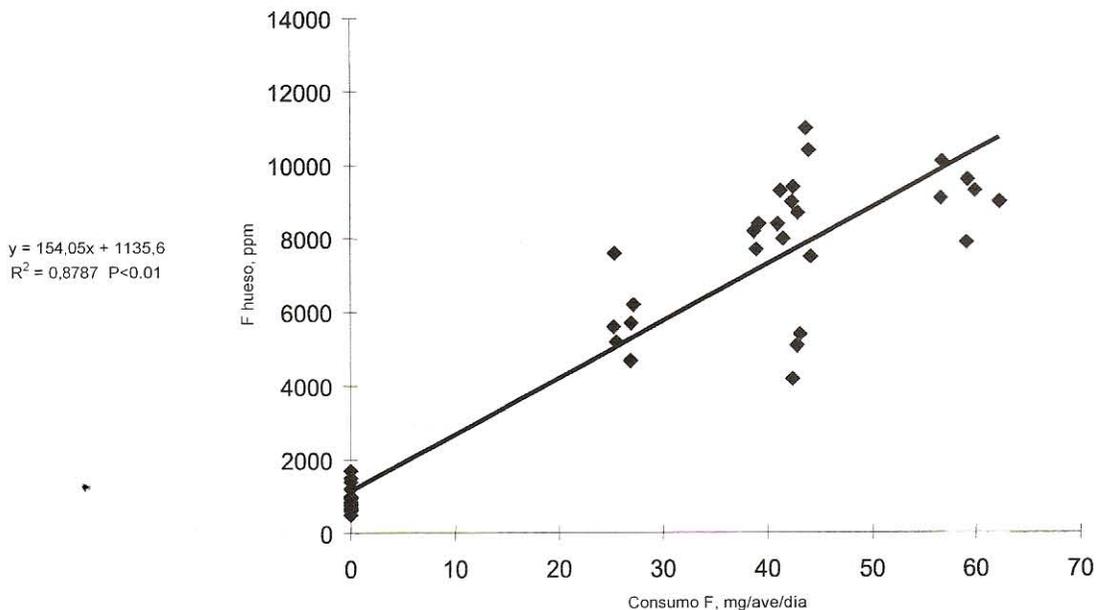
**TABLA III**  
**CARACTERÍSTICAS DE TEJIDO ÓSEO DE PONEDORAS EN LA FASE DE DESARROLLO-PREPOSTURA**  
**ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS<sup>1</sup>**

Edad, semanas	DICAL	RIO	MONTE	NAVAY
Densidad.g/cc				
12	1,208	1,203	1,192	1,151
14	1,208	1,182	1,204	1,182
19	1,280	1,230	1,242	1,252
Promedio	1,232	1,205	1,213	1,195
Cenizas <sup>2</sup> , %				
12	45,23 <sup>A</sup>	44,69	42,19	45,96
14	52,01 <sup>B</sup>	52,37	51,10	49,14
19	59,45 <sup>C</sup>	59,48	56,02	57,38
Promedio	52,23 <sup>a</sup>	52,18 <sup>a</sup>	49,77 <sup>b</sup>	50,82 <sup>b</sup>
Cenizas, mg/cc				
12	253,2 <sup>a</sup>	264,7 <sup>A</sup>	258,8 <sup>A</sup>	253,2 <sup>A</sup>
14	274,9 <sup>AB</sup>	302,4 <sup>B</sup>	287,6 <sup>A</sup>	286,4 <sup>A</sup>
19	405,3 <sup>B</sup>	350,8 <sup>C</sup>	354,4 <sup>B</sup>	360,4 <sup>B</sup>
Promedio	311,1 <sup>a</sup>	306,0 <sup>b</sup>	300,3 <sup>c</sup>	300,0 <sup>c</sup>
Fósforo <sup>2</sup> , %				
12	19,88	18,25	18,41	17,08
14	16,88	17,60	16,62	17,03
19	16,91	16,69	16,53	15,10
Promedio	17,89 <sup>a</sup>	17,51 <sup>ab</sup>	17,18 <sup>b</sup>	16,41 <sup>c</sup>
Fósforo <sup>2</sup> , mg/cc				
12	50,18 <sup>A</sup>	48,24 <sup>A</sup>	47,46 <sup>A</sup>	43,25 <sup>A</sup>
14	56,34 <sup>B</sup>	53,21 <sup>B</sup>	47,82 <sup>A</sup>	48,79 <sup>B</sup>
19	68,53 <sup>C</sup>	58,53 <sup>C</sup>	58,50 <sup>B</sup>	54,42 <sup>C</sup>
Promedio	58,35 <sup>a</sup>	53,33 <sup>b</sup>	51,26 <sup>b</sup>	48,82 <sup>c</sup>
Calcio, %				
12	37,94	36,57	36,68	38,44
14	36,99	37,45	37,63	36,55
19	36,79	35,87	34,19	37,13
Promedio	37,24	36,63	36,16	37,37
Calcio, mg/cc				
12	95,98 <sup>A</sup>	96,80 <sup>A</sup>	94,92 <sup>A</sup>	97,33 <sup>A</sup>
14	101,54 <sup>A</sup>	113,30 <sup>AB</sup>	108,27 <sup>AB</sup>	104,58 <sup>B</sup>
19	149,28 <sup>B</sup>	122,80 <sup>B</sup>	121,03 <sup>B</sup>	133,81 <sup>C</sup>
Promedio	115,60	111,97	108,07	111,90
Flúor, ppm				
12	422 <sup>A</sup>	5489 <sup>A</sup>	7717 <sup>A</sup>	7620 <sup>A</sup>
14	347 <sup>A</sup>	5050 <sup>A</sup>	9800 <sup>B</sup>	8533 <sup>B</sup>
19	700 <sup>B</sup>	5750 <sup>B</sup>	9650 <sup>B</sup>	9000 <sup>C</sup>
Promedio	490 <sup>a</sup>	5430 <sup>b</sup>	9056 <sup>c</sup>	8384 <sup>c</sup>

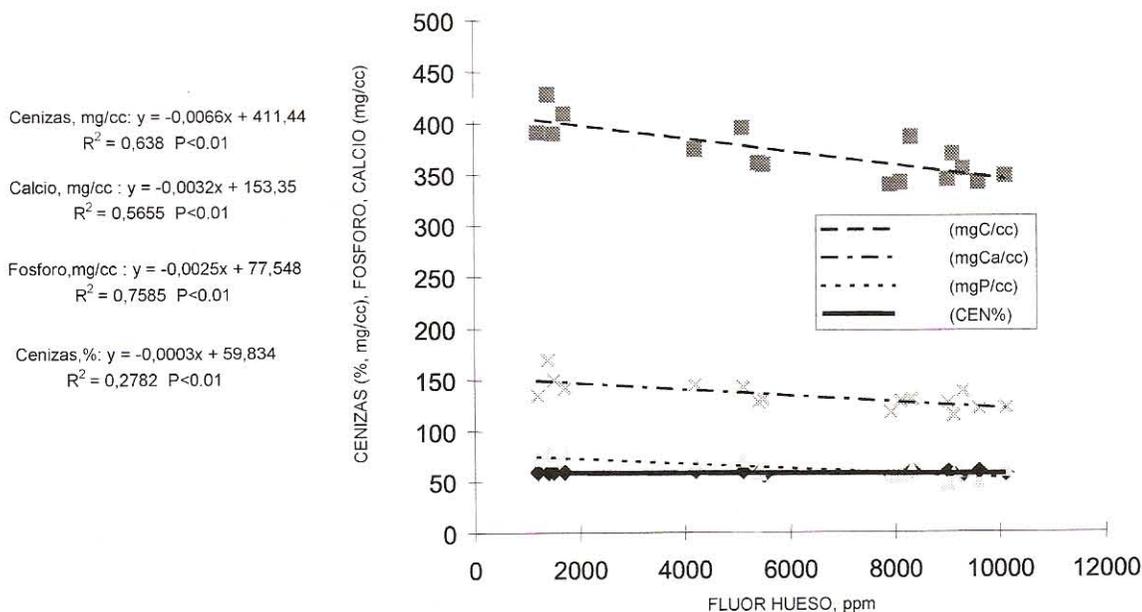
1: Cuatro aves/tratamiento.

2: a, b, c... Promedios con letras distintas en la misma fila son diferentes entre sí (P&lt;0,05).

3: A, B, C... Promedios con letras distintas en la misma fila son diferentes entre sí (P&lt;0,05).



**FIGURA 4. RELACIÓN ENTRE CONSUMO DE FLÚOR Y SU ACUMULACIÓN EN TIBIA DE AVES ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS EN INICIACIÓN-PREPOSTURA.**



**FIGURA 5. RELACIÓN ENTRE CONTENIDO DE FLÚOR Y MINERALIZACIÓN DE TIBIA DE AVES ALIMENTADAS CON FOSFATOS DE YACIMIENTOS EN INICIACIÓN-PREPOSTURA.**

El contenido de flúor en hueso aumentó significativamente ( $P < 0,05$ ) con la edad de las aves, observándose cambios significativos en la concentración de flúor (ppm) en el hueso para los distintos tratamientos entre las 12 y 19 semanas de vida, TABLA III, siendo el contenido promedio mas elevado ( $P < 0,05$ ) para MONTE (9056) y NAVAY (8384) y mas bajo para RIO (5430), relacionado con el consumo del elemento con la dieta, FIG. 4. Con el incremento en el contenido de flúor en el hueso, se registró una disminución en la mineralización del tejido, FIG. 5.

### DISCUSIÓN

El efecto de la incorporación de los fosfatos de roca de MONTE y NAVAY, comenzó a evidenciarse entre la sexta y octava semana de edad, con curvas de crecimiento más bajas, por restricción en el consumo de alimento, posiblemente asociado a la menor biodisponibilidad del fósforo [1, 2, 8, 11, 13, 15, 19, 21, 22, 28] y al efecto del flúor presente en estas fuentes, que provoca reducción en el consumo voluntario, relacionado a un aumento del elemento en el plasma y tejidos blan-

dos [24, 25, 27]. Las respuestas son similares a las registradas por Said y col. [23], quienes reportaron menores índices productivos en aves de postura en la etapa de desarrollo, cuando utilizaron fosfatos de yacimiento a altas concentraciones (2,8%) en la dieta (648 ppm de flúor).

La mineralización del tejido óseo se incrementó durante el período de crecimiento de las aves, con diferencias en las características del hueso, debido a la inclusión de los fosfatos de roca de MONTE y NAVAY. Estos cambios no fueron observados por Said y col. [23], utilizando concentraciones de 648 ppm de flúor en la dieta, pero sí por otros autores [4, 5, 10, 12, 16, 20].

Como fue señalado en los resultados anteriores, la concentración de flúor en el hueso aumentó con el incremento en el contenido del elemento en la dieta, aproximándose a 10.000 ppm, lo que está asociado a cambios en las características del tejido óseo, durante el proceso de mineralización [4, 5, 10, 12, 16, 20].

## CONCLUSIONES

Los fosfatos sedimentarios de MONTE y NAVAY de alto contenido de flúor (2,5%), pueden sustituir totalmente los fosfatos comerciales grado alimenticio sólo cuando se utilizan por períodos cortos. Así, cuando se incluyeron en dietas para aves de postura durante las primeras seis semanas de edad, no se observaron efectos deletéreos del flúor sobre parámetros productivos y de mineralización del tejido óseo. En el caso del fosfato de RIO, con concentraciones de 1,2% de flúor, su uso durante períodos prolongados no provocó cambios negativos en las aves.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABREU, R.D.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B.; SILVA, D.J.; PEREIRA, J. A. Disponibilidade de fósforo de alguns fosfatos para pintos. In: Reuniao Anual Da Sociedade Brasileira de Zootecnia. (21, Belo Horizonte, Bra.). **Anais. Belo Horizonte**. Sociedade Brasileira de Zootecnia: 274. 1984.
- [2] ARAKI, S. Viabilidade do uso de fosfato de patos de minas em susstituicao ao fosfato bicálcico em racoes para pangos de corte. (Tese Maestrado). Belo Horizonte, Bra. Universidade Federal Minas Gerais. Escola de Veterinaria:74. 1984.
- [3] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15<sup>th</sup>. Washington, D.C.:1018. 1984.
- [4] CHAN, M.M.; RUCKER, R.B.; ZEMAN, F.; RIGGINS, R.S. Effect of fluoride on bone formation and strength in japanese quail. **J. Nutr.** 103: 1431. 1973.
- [5] CHAN, M.M.; RIGGINS, R.S.; RUCKER, R.B. Effect of ethane - 1- hydroxy- 1, 1- diphosphonate (EHDP) and dietary fluoride on biochemical and morphological changes in chick bone. **J. Nutr.** 107: 1747. 1977.
- [6] DAVIS, M.I.; MOTZOK, Y. Properties of chick intestinal phytase. **Poult. Sci.** 51: 494. 1972.
- [7] FISKE, C.H.; SUBBARROW, E. The colorimetric determination of phosphorus. **J. Biological Chem.** 66: 375. 1925.
- [8] GONZÁLEZ, C.I.L. Biodisponibilidade de fósforo de seis fontes de fósforo usadas na alimentacao animal. (Tesis Maestría). Belo Horizonte. Universidade Federal Minas Gerais. Escola de Veterinario: 44. 1987.
- [9] HURWITZ, S.; BAR, A. Absorption of calcium and phosphorus along the gastrointestinal tract of the laying fowl as influenced by dietary calcium and egg shell formation. **J. Nutr.** 103: 875. 1965.
- [10] HUYGHEBAERT, G.; DE GROOTE, G. Het effect. Van F- verstreking via voeder of dunkwater of a produktresultaten en de beenderergensehappen van slachtkippen. **Londvauwtijdschrift.** 39: 983. 1986.
- [11] HUYGHEBAERT, G.; DE GROOTE, G.; KEPPENS, L. The relative biological availability of phosphorus in feed phosphates for broilers. **Ann. Zootech.** 29: 245. 1980.
- [12] HUYGHEBAERT, G.; DE GROOTE, G.; KEPPENS, L. De invloedvan hert Ca-gehalte, het F-gehalte ende Na/CL- verhouding of de P-benuthging en de beendersterkte bij mestkiukens. **Londvauwtijdschrift.** 34: 309. 1981.
- [13] KARUNAJEEIWA, H. The supplemental value of some inorganic sources of phosphorus for broiler chickens. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Hasb.** 15: 766. 1975.
- [14] KESHARARZ, K. The effect of dietary levels of calcium and phosphorus on performance arñd retention of these nutrients by laying hens. **Poult. Sci.** 65:114. 1986.
- [15] LÓPEZ, M.A. Utilizacao de fosfato bruto de rochas em racoes para frangos de corte. (Tese de Maestrado). Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinaria:145. 1983.
- [16] NAHORNIAK, N.A.; WAIBEL, P.E.; OLSON, W.G.; WALSER, M.M.; DZIUK, H. E. Effect of dietary sodium fluoride on growth and bone development in growing turkeys. **Poult. Sci.** 62: 2048. 1983.
- [17] NELSON, T.S. The hydrolysis of phytate phosphorus by chicks and laying hens. **Poult. Sci.** 55: 2262. 1976.
- [18] NELSON, T.S. Phosphorus availability in plant origin feedstuffs for poultry and swine. In: **Annual International Mineral Conference**. Proceedings:59. 1980.

- [19] NELSON, S.T.; WALKER, A.C. The biological evaluation of phosphorus compounds. **Poult. Sci.** 43: 94. 1964.
- [20] RIGGINS, R.S.; ZEMAN, F.; MOON, A. The effects of sodium fluoride on bone breaking strength. **Calcif. Tissue Res.** 14: 283. 1974.
- [21] ROJAS, R.E.; RANGEL, R.J.L.; BEZARES, A.S.; AVILA, E.G. Determinación de fósforos disponible en una roca fosfórica y su empleo en dietas para aves. **Vet. Méx.** 11: 1. 1980.
- [22] ROSTAGNO, H.S.; SILVA, J.F.C.; ROSA, L.C.A; LEAO, M. I. Biological availability of phosphorus in Brazilian phosphates. In: **Poultry world Congress of Animal Feeding** 3th. Symposium. Madrid: 31. 1986.
- [23] 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.
- [24] SÁNCHEZ, R.; CUCA, M.; ÁVILA, E.; ANTILLÓN, A. Niveles de flúor en dietas para pollos de engorda. **ALPA.** Mem. 17: 29. 1982.
- [25] SHEARER, T.R.; SUTTIE, J.W. Effect of fluoride administration on plasma fluoride and food intake in the rat. **Amer. J. Physiol.** 35: 1165. 1966.
- [26] 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.
- [27] SUTTIE, J.W.; KOLSTAD, D.L.; SUNDE, M. L. Fluoride tolerance of the young chick and turkey poult. **Poult. Sci.** 63: 738. 1984.
- [28] TRINDADE, D.S.; CAVALHEIRO, A. C. L.; OLIVEIRA, S. C.; OLIVEIRA, M. F. G. Availacao de fontes de fósforo na alimentacao de frangos de corte. In: Congreso Latinoamericano de Avicultura & Congreso Brasileiro de Avicultura. (Camboriú, Bra.). **Anais. Camboriú, Associacao Catarinense de Avicultura.** 1: 211-220. 1983.
- [29] 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.