

Determinación de la biodisponibilidad relativa de fósforo en la fosforita del yacimiento Trinidad de Guedes, mediante pruebas de crecimiento y mineralización ósea en pollos y gallinas ponedoras

A. Acosta, Esmeralda Lon-Wo, Mayra Cárdenas, Milagros Febles, Oraida Dieppa y Mabel Almeida

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana

Correo electrónico: aacosta@ica.co.cu

Para determinar la biodisponibilidad relativa de fósforo (BRP) en la fosforita Trinidad de Guedes (FTG), se utilizó la información de 875 pollos machos del híbrido EB₃₄, de 1 a 21 d de edad y 450 gallinas ponedoras de la línea L₃₃, durante 20 semanas. Los indicadores biológicos utilizados para la estimación fueron: ganancia de peso vivo, conversión alimentaria y cenizas de la tibia. Para los cálculos se utilizó un modelo de regresión lineal simple. Los coeficientes de determinación (R²) fueron altos y con buena bondad de ajuste (P < 0.001), principalmente para la variable cenizas de la tibia, en ambas categorías. Sin embargo, para la ganancia de peso y la conversión alimentaria los R² fueron bajos (0.56 y 0.36). El mayor valor de BRP se obtuvo con el FTG en pollos (104 %). En las gallinas ponedoras fue ligeramente inferior (99 %). Sin embargo, en esta categoría, los coeficientes de determinación fueron mayores que los obtenidos en los pollos de ceba (0.82 y 0.88 vs. 0.82 y 0.73). Esto sugiere que las ecuaciones de regresión en esta categoría explican, en mayor medida, el modelo estudiado. Los cálculos de BRP en la FTG con pollos de ceba y gallinas permiten concluir que este producto presenta alta biodisponibilidad relativa de P, muy similar al fosfato dicálcico de alta calidad, por lo que puede considerarse una buena fuente de fósforo para las aves. Además, se corrobora que el contenido de cenizas en la tibia es uno de los mejores indicadores biológicos para el cálculo de la biodisponibilidad relativa de fósforo.

Palabras clave: *biodisponibilidad, fósforo, gallinas ponedoras, pollos*

En un trabajo de Acosta (2005) se demostró que las concentraciones de minerales del fosfato del yacimiento Trinidad de Guedes se encuentran cercanas a las exigencias internacionales para las fuentes de fósforo (P) que se emplean en la alimentación animal. Estas concentraciones presentan valores aceptables de elementos tóxicos. Además, la solubilidad del P es similar al fosfato dicálcico.

Sin embargo, la concentración de minerales en un alimento tiene poco significado nutricional, a no ser que se conozca su disponibilidad biológica. Es decir, en cuanto el alimento se utiliza para una función biológica, pueden ocurrir interacciones entre los diferentes constituyentes químicos que atentan contra la utilización de los elementos minerales en las funciones metabólicas (López y Pereira 1986, Lima 1994 y Mabe 1997).

El objetivo de este trabajo fue determinar la disponibilidad biológica relativa de fósforo en la fosforita del yacimiento Trinidad de Guedes, mediante pruebas de crecimiento y mineralización ósea en pollos y gallinas ponedoras.

Materiales y Métodos

La estimación de la biodisponibilidad relativa de fósforo (BRP) del FTG se calculó por la técnica de la pendiente (Waldroup *et al.* 1965 y Ammerman *et al.* 1995), en la cual la inclinación de la curva de regresión del fosfato en estudio, en función de las cantidades de P ingerido, se divide por la pendiente de la línea del fosfato patrón, fosfato dicálcico (FDC). Para este se establece un valor de disponibilidad biológica relativa de 100 %. Los indicadores que se utilizaron para esta estimación fueron ganancia de peso vivo, conversión alimentaria y porcentaje de cenizas de la tibia en pollos de ceba y

gallinas ponedoras. Se utilizó el modelo de regresión lineal simple, sugerido por Sakomura y Rostagno (2007):

1. Modelo de regresión lineal simple

$Y = a + b_p X_p$ fuente patrón

$Y = a + b_t X_t$ fuente testigo

Y= ganancia de peso, conversión, cenizas de la tibia

X= consumo fósforo

p= fuente patrón

t= fuente testigo

Pollos. Para la determinación de las medidas de desempeño (ganancia de peso vivo y conversión alimentaria) de los pollos de ceba, se utilizó la información de 875 pollos machos del híbrido cubano EB₃₄, de 1 a 21 d de edad, distribuidos en cinco tratamientos, según diseño completamente aleatorizado. Estos consistieron en una dieta basal de maíz y harina de soya, con bajo nivel de fósforo disponible (Pd) (0.22 %) y otros dos niveles que fueron superiores (0.32 y 0.42 %), con la fuente de fósforo inorgánica (Pi) importada (FDC) o del yacimiento a evaluar (FTG). La tabla 1 muestra la composición de las dietas y el aporte calculado de nutrientes.

Gallinas ponedoras. Para la determinación de las medidas de desempeño (ganancia de peso y conversión alimentaria) se utilizó la información de 450 gallinas ponedoras White Leghorn L₃₃, de 24 a 44 semanas de edad, distribuidas según diseño completamente aleatorizado en cinco tratamientos. Al igual que con la categoría anterior, estos consistieron en una dieta basal de maíz y soya, con bajo Pd (0.14 %) y cuatro formulaciones que aportaron 0.25 y 0.42 % de Pd, a partir del FDC y el FTG. En la tabla 2 se presenta la composición de las dietas y el aporte calculado de nutrientes.

Tabla 1. Composición y aporte calculado de nutrientes de las dietas utilizadas

Materias prima (%)	Dietas de 0-21 d de edad				
	0.22% Pd, basal	0.32% Pd, FDC	0.32% Pd, FTG	0.42% Pd, FDC	0.42% Pd, FTG
Harina de maíz	42.96	43.50	43.50	42.96	42.96
Harina de soya	46.43	46.43	46.43	46.43	46.43
Aceite de girasol	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Fosfato dicálcico	0.54	0.75	0.0	1.54	0.0
Fosfato Trinidad Guedes	0.0	0.0	0.85	0.0	1.64
Carbonato de calcio	1.85	1.42	1.32	1.17	1.07
Sal común	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Premezcla de vitaminas ¹ y minerales ²	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DL-Metionina	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
BHT	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Cloruro de colina	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Análisis calculado					
EM, MJ/kg de MS	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
PB, %	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
Pd, %	0.22	0.32	0.32	0.42	0.42
Ca, %	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Metionina, %	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
Cistina, %	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45

⁽¹⁾ Suplemento vitamínico: Vitamina A, 10000 UI; vitamina D₃, 2000 UI; vitamina E, 10 mg; vitamina K₃, 2 mg; tiamina, 1 mg; riboflavina, 5 mg; piridoxina, 2 mg; vitamina B₁₂, 15.4 ìg; ácido nicotínico, 125 mg/kg

⁽²⁾ Suplemento mineral: Selenio, 0.1 mg; hierro, 40 mg; cobre, 12 mg; zinc, 120 mg; magnesio, 100 mg; iodo, 2.5 mg; cobalto, 0.75 mg/kg

Tabla 2. Composición y aporte de las dietas utilizadas (%)

Materias prima (%)	Dietas de 24-66 semanas				
	0.14% Pd, basal	0.25% Pd, FDC	0.25% Pd, FTG	0.42% Pd, FDC	0.42% Pd, FTG
Harina de maíz	58.63	58.95	58.95	58.00	58.00
Harina de soya	29.14	29.2	29.2	29.2	29.2
Aceite de girasol	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Fosfato dicálcico	0.0	0.51	0.0	1.47	0.0
Fosfato Trinidad Guedes	0.0	0.0	0.61	0.0	1.57
Carbonato de calcio	9.04	8.15	8.05	8.14	8.04
Sal común	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Premezcla de vitaminas ¹ y minerales ²	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Zeolita	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
DL-Metionina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
BHT	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cloruro de colina	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Análisis calculado					
EM, MJ/kg MS	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
PB, %	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5
Ca, %	3.53	3.52	3.62	3.52	3.62
Pd, %	0.14	0.25	0.25	0.42	0.42
Metionina + Cistina, %	0.62	0.65	0.64	0.64	0.65

⁽¹⁾ Suplemento vitamínico: Vitamina A, 12000 UI; vitamina D₃, 2500 UI; vitamina E, 5 mg; vitamina K₃, 4.6 mg; tiamina, 1.5 mg; riboflavina, 5 mg; piridoxina, 4 mg; vitamina B₁₂, 12.4 ìg; ácido nicotínico, 20 mg/kg

⁽²⁾ Suplemento mineral: Manganeso, 100 mg; hierro, 100 mg; cobre, 20 mg; zinc, 100 mg; iodo, 2.5 mg; selenio, 0.12 mg/kg

Cenizas de la tibia. Para las determinaciones del contenido de ceniza, se les extrajo la tibia izquierda a 8 aves (pollos y gallinas), según el procedimiento descrito por Woyengo *et al.* (2008). La grasa adherida a la tibia se eliminó al sumergirla en éter de petróleo durante 8 h. El hueso seco y libre de grasa se incineró 24 h en una mufla a 550° C. Posteriormente, se pesaron y molieron para la determinación de las cenizas.

Diseño experimental y análisis estadístico. Los datos obtenidos en ambas categorías se analizaron por el programa estadístico INFOSTAT (2001) y se obtuvieron las ecuaciones de regresión por el paquete estadístico STATGRAPHICS, versión 5.1 (2000). Las medias de la respuesta fueron las variables dependientes (ganancia de peso, conversión y cenizas de la tibia) y los valores del mineral (% Pd), las variables independientes. Se utilizaron siete pares de observaciones. La BRP se calculó por la relación entre los coeficientes de regresión (b) de la fuente en estudio (FTG) y la fuente patrón ($BRP = b_t / b_p \times 100$).

Resultados y Discusión

Las tablas 3 y 4 muestran el consumo de alimento, consumo de fósforo, ganancia de peso y cenizas de la tibia de pollos y gallinas ponedoras respectivamente, en función de la fuente de fósforo y del nivel de P disponible en la dieta.

En los pollos de ceba, el consumo de fósforo aumentó en función del Pd, pero no hubo diferencias entre las fuentes de fosfato. Estos resultados son congruentes con los obtenidos por Waldroup *et al.* (2000), quienes plantean que los bajos valores de Pd son factores limitantes para el consumo de las aves, no así las fuentes de fósforo. En estas, cuando poseen similar biodisponibilidad, no se observan diferencias.

Sin embargo, en las gallinas ponedoras, el consumo de P estuvo influenciado por el nivel de Pd y por la fuente de fosfato. El menor consumo se obtuvo en el tratamiento basal y en ambas fuentes con 0.25 % del Pd, y los mayores con 0.42 % con FTG. La mayor ingestión de alimento con el FTG se explica, según Camps y Tapia (1985) y Gutiérrez *et al.* (1993), por los niveles de flúor. Para estos autores, los niveles de flúor en bajas dosis, como sucede en este ensayo, ejercen un ligero efecto estimulante del consumo.

Para el resto de los indicadores (ganancia de peso y cenizas de la tibia), en pollos como en gallinas, no hubo diferencias entre las fuentes de fosfato. Sin embargo, sí existieron para el Pd, el cual influyó de forma lineal. Estos resultados coinciden con lo informado por Perney *et al.* (1993) y Zyla *et al.* (2001), quienes encontraron mejores ganancias en peso, en respuesta al incremento en los niveles de Pd (0.21 a 0.41%). Igualmente, Augspurger

Tabla 3. Niveles, consumo de fósforo, ganancia de peso y cenizas de la tibia en pollos EB₃₄ (1-21 d) con diferentes fuentes de fósforo

Dietas	Nivel de P, %	Consumo de P, mg/ave/d	Ganancia de peso, g/ave	Cenizas en la tibia, %
Basal	0.22	73.22 ^a	376.68 ^a	35.78 ^a
FDC	0.32	109.08 ^b	427.82 ^b	41.79 ^b
FDC	0.42	153.08 ^c	502.19 ^c	49.02 ^c
FTG	0.32	107.01 ^b	416.19 ^c	42.12 ^b
FTG	0.42	146.31 ^c	494.16 ^c	49.07 ^c
EE ±	-	3.59***	8.14***	1.19***

^{abc} Medias en la misma columna con letras no comunes difieren a P < 0.05 (Duncan 1955) *** P < 0.001

Tabla 4. Niveles, consumo de fósforo, ganancia de peso y cenizas de la tibia en gallinas ponedoras (24-44 semanas de edad) con diferentes fuentes de fósforo

Dietas	Nivel de P, %	Consumo de P, mg/ave/d	Ganancia de peso, g/ave	Cenizas en la tibia, %
Basal	0.14	164.20 ^a	91.29 ^a	37.46 ^a
FDC	0.25	373.10 ^b	124.07 ^b	43.65 ^b
FDC	0.42	793.90 ^c	148.86 ^c	50.75 ^c
FTG	0.25	334.30 ^b	125.96 ^b	43.20 ^b
FTG	0.42	873.20 ^d	165.18 ^c	51.20 ^c
EE ±	-	33.20***	6.79***	0.40***

^{abcd} Medias en la misma columna con letras no comunes difieren a P < 0.05 (Duncan 1955) *** P < 0.001

et al. (2003) y *Hall et al.* (2003) informaron aumento en las cenizas de la tibia, en función del nivel dietético de P.

Las tablas 5 y 6 muestran las ecuaciones de regresión, coeficientes de determinación y los valores calculados de biodisponibilidad relativa de fósforo (BRP) para pollos y gallinas ponedoras, con cada una de las fuentes en estudio, en función de los niveles de cenizas de la tibia. Los coeficientes de determinación demuestran en cuánto las ecuaciones explican el modelo estudiado, es decir, la relación funcional entre las cenizas de la tibia (variable dependiente) y el consumo de fósforo (variable regresora) (Chacín 2000).

cenizas de la tibia es un buen indicador para la evaluación biológica de los suplementos fosforados, pues refleja de forma muy precisa, los procesos metabólicos de mineralización ósea. De manera general, el mayor valor de BRP se obtuvo con el FTG en pollos (104 %). En las gallinas ponedoras fue ligeramente inferior (99 %). Sin embargo, en esta categoría, los coeficientes de determinación fueron mayores que los obtenidos en los pollos de ceba. Esto sugiere que las ecuaciones de regresión en esta categoría explican, en mayor medida, el modelo estudiado, y que son más favorables para el cálculo de la BRP. Además, indican que el grado de

Tabla 5. Biodisponibilidad relativa de fósforo, en función de las cenizas de la tibia de pollos EB₃₄ (21d) para las diferentes fuentes. Ecuaciones de regresión, en función del nivel de P suplementado (mg/ave/d) y coeficientes de determinación

Fuentes	Y= a + bx	R ²	Biodisponibilidad relativa, %
Cenizas de la tibia, %			
FDC	Y= 24.01 + 0.16X (cons. P) EE (b) ± 2.69	0.82***	100
FTG	Y= 23.63 + 0.17X (cons. P) EE (b) ± 3.35	0.73***	104

***P<0.001

Tabla 6. Biodisponibilidad relativa de fósforo, en función de las cenizas de la tibia de gallinas ponedoras (24-44 semanas de edad) para las diferentes fuentes. Ecuaciones de regresión, en función del nivel de P suplementado (mg/ave/d) y coeficientes de determinación

Fuentes	Y= a + bx	R ²	Biodisponibilidad relativa, %
Cenizas de la tibia, %			
FDC	Y= 35.91 + 0.018X (cons. P) EE (b) ± 2.47	0.82***	100
FTG	Y= 35.10 + 0.018X (cons. P) EE (b) ± 2.08	0.88***	99

***P<0.001

Los coeficientes de determinación fueron altos y con buena bondad de ajuste. Sin embargo, para la ganancia de peso y la conversión alimentaria, en ambas categorías, los R² resultaron bajos (0.56 y 0.36), por lo que no se tuvieron en cuenta como variables para la determinación de la BRP. Esto corrobora que el contenido de cenizas en la tibia es uno de los mejores indicadores para el cálculo de este indicador. De ahí que se recomiende la utilización de estas ecuaciones como indicadores para el cálculo de la BRP.

Estos resultados coinciden con los de Rostagno *et al.* (1988), Gomes *et al.* (1889), Hope (1992), Sakomura *et al.* (1995) y Cornejo *et al.* (1998), quienes plantean que los mejores criterios para la evaluación biológica de la disponibilidad de fósforo en las aves son los indicadores óseos, entre los que se destacan el porcentaje de cenizas y la resistencia a la fractura. Según Zhang *et al.* (2000), factores inherentes al ambiente y al individuo, como la temperatura, la edad de las aves, el pH intestinal y la viscosidad de la dieta, influyen notablemente en las medidas de desempeño (ganancia de peso y conversión alimentaria). Estos factores resultan en bajos valores de R², con poca precisión de las ecuaciones para el cálculo de la BRP.

Según González (1989), Sullivan *et al.* (1993) y Cornejo *et al.* (2005), la BRP calculada a partir de las

asociación entre el consumo de fósforo y la deposición de cenizas es mayor en la tibia. Esto puede deberse a la superioridad de las aves adultas para utilizar el fósforo, las cuales fisiológicamente tienen la capacidad de almacenar mayores concentraciones de Ca y P en el hueso medular, estructura ósea especial cuya formación se inicia por la acción de los estrógenos desde el momento de la madurez sexual (Whitehead y Fleming 2000).

Los cálculos de BRP del FTG con pollos de ceba y gallinas permiten concluir que este producto tiene alta biodisponibilidad relativa de P, muy similar al FDC de excelente calidad. Por tanto, puede considerarse una buena fuente de fósforo para las aves. Además, se corrobora que el contenido de cenizas en la tibia es uno de los mejores indicadores biológicos para el cálculo de la biodisponibilidad relativa. De ahí que estas ecuaciones, como indicadores para el cálculo de la BRP, sean las más recomendadas.

Referencias

- Acosta, A. 2005. Una opción técnica, económica y ambiental para el empleo del fósforo en la alimentación de gallinas ponedoras. Tesis de Maestría en Producción Animal para la Zona Tropical. Mención Monogástricos. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 95 p.

- Ammerman, C.B., Baker, D.H. & Lewis, A.J. 1995. Bioavailability of nutrients for animal: amino acids, mineral and vitamins. San Diego. Academic Press. 441 p.
- Augsburger, N.R., Webel, D.M., Lei, X.G. & Baker, D.H. 2003. Efficacy of an *E. coli* phytase expressed in yeast for releasing phytate bound phosphorus in young chicks and pigs. *J. Anim. Sci.* 81: 473
- Camps, D. & Tapia, M. 1985. Utilización del fosfato dicálcico de producción nacional en la alimentación de pollos de engorde. *Rev. Cubana Cienc. Avíc.* 22:189
- Chacín, F. L. 2000. Diseño y análisis de experimentos. Análisis de Regresión. 1^{ra} Edición. Venezuela. p 383
- Cornejo, S., González, J., Camus, J., González, N. & Pokniak, J. 1998. Efectos del empleo de tres fuentes diferentes de fósforo en las dietas, sobre los rendimientos productivos de pollos broiler. *Arch. Med. Vet.* 30:37
- Cornejo, S., Pokniak, J., González, J., Salazar, J. & Contreras, E. 2005. Evaluación de un fosfato dicálcico importado en dietas de pollos broiler. *Arch. Med. Vet.* 37:125
- Gomes, P.C., Rostagno, H.S. & Pereira, J.A. 1989. Exigência de fósforo total e disponível e sua disponibilidade em fosfatos de rochas para suínos na fase inicial. *Rev. Brasileira de Zootecnia.* 18:64
- González, N. J. 1989. Biodisponibilidad de fósforo y composición mineral de fosfatos de roca cruda chilenos usados en alimentación animal. Tesis de Medicina Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. 98 p.
- Gutiérrez, O., Marrero, A., Gutiérrez, O., Ferry, I. & Cairo, J. 1993. Uso del flúor como promotor del crecimiento en raciones para pollos de ceba. Medidas de comportamiento. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 27: 299
- Hall, J.M., Couse, J.F. & Korach, K.S. 2003. The multifaceted mechanisms of estradiol and estrogen receptor signaling. *J. Biol. Chem.* 276:36
- Hope, P.P. 1992. Review of the biological effects and the ecological importance of phytase in pigs. BASF Fine Chemicals. 30 Edn. Use of Natuphos in pigs and poultry. Ludwigshafen, Alemania. p. 10
- INFOSTAT. 2001. Software estadístico. Manual de usuario. Eds. G.M. Balzarini, F. Casanoves, I.A. Di Rienzo, L.A. González & C.W. Robledo. Versión 1. Córdoba, Argentina
- Lima, F.R. 1994. Parâmetros ósseos de desempenho em frangos de corte usados como critério de avaliação da disponibilidade biológica em fosfatos bicálcicos. Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina Veterinária y Zootecnia. Universidad de São Paulo, São Paulo. 90 p.
- López, H.O. & Pereira, E.A. 1986. Fontes alternativas de fosfato na suplementação alimentar de animais. Encontro Nacional de Rocha Fosfática. Segunda Edición. Brasília. Ibrafós. p. 435
- Mabe, I. 1997. Biodisponibilidade de fósforo para poedeiras em fosfato de cálcio puro, fosfatos bicálcicos comerciais e fosfatos de rocha. 153 f. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidad de São Paulo, São Paulo, 1997. p. 45
- Perney, H.M., Cantor, A.H., Straw, M.L. & Herkelman, K.L. 1993. The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. *Poult. Sci.* 72:106
- Rostagno, H.S., Burlan, A.C. & Gomes, P.C. 1988. Exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em fosfato de rocha e fosfato parcialmente defluorinado para pintos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 22:801
- Sakomura, N.K. & Rostagno, H.S. 2007. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Universidade Federal de Viçosa. p. 282
- Sakomura, N.K., Silva, G.S. & Café, M.B. 1995. Disponibilidade biológica relativa do fósforo dos fosfatos de rocha bruto e parcialmente defluorizado, para galinhas poedeiras. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 24: 599
- STATGRAPHICS 2000. Statistical Graphics Corp. Statgraphics plus for Windows 5.1.
- Sullivan, T.W., González, N.J. & Doualas, J.H. 1993. Quality factors related to the feeding value of Biometry. The Principles and Practice of Statistic in Biological Research Phosphorus Supplements. V Seminario Internacional de Patología y Producción Avícola. Valdivia, Chile. p. 1
- Waldroup, P.W., Ammerman, C.B. & Harms, R.A. 1965. A comparison of phosphorus assay techniques with chicks. *Poult. Sci.* 44:1086
- Waldroup, P.W., Kersey, J.H., Saleh, E.A., Fritts, C.A., Yang, F., Stilborn, H.L., Crum, R.C. & Raboy, V. 2000. Non phytate phosphorous requirement and phosphorous excretion of broilers chicks fed diets composed of normal or high available phosphorous corn with and without microbial phytase. *Poult. Sci.* 78:1451
- Whitehead, C.C. & Fleming, R.H. 2000. Osteoporosis in layers. *Poultry Sci.* 79:1033
- Woyengo, T.A., Guenter, W., Sands, J.S., Nyachoti, C.M. & Mirza, M.A. 2008. Nutrient utilisation and performance responses of broilers fed a wheat-based diet supplemented with phytase and xylanase alone or in combination. *Anim. Feed Sci. Tech.* 10:1016
- Zhang, Z.B., Kornegay, E.T., Radchiffe, J.S., Henbow, D.M., Viet, H.P. & Larsen, C.T. 2000. Comparison of genetically engineered microbial and plant phytase for young broilers. *Poult. Sci.* 78: 709
- Zyla, K., Koreleski, J., Swiatkiewicz, S., Cheng, J. & Han, Z. 2001. Influence of supplemental phytase on the performance and phosphorus excretion of broilers fed wheat based diets to 6 weeks of age. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 89: 113

Recibido: 9 de octubre de 2008

Cursos - Cursos - Cursos

Cursos - Cursos - Cursos

Instituto de Ciencia Animal

La caña de azúcar en la alimentación animal
Producción y manejo de los pastos
Producción avícola y cunícola con alimentos no tradicionales
Sistemas sostenibles de alimentación de cerdos
Producción sostenible de carne, leche y huevos
Empleo de la zeolita en la producción pecuaria
Los sistemas silvopastoriles en la producción bovina
Manipulación de la fermentación ruminal

Para mayor información diríjase a:

Dra. Elaine Valiño Cabrera
Directora de Ciencia y Técnica y Posgrado
Apartado 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba
Telf: (53-47) 599433, 599410, 524773
Correo electrónico: evalino@ica.co.cu