

# EVALUACION NUTRICIONAL MINERAL DE CERDOS CRIADOS INDUSTRIALMENTE EN CHILE<sup>1</sup>

I. DIAZ\*, M.S. MORALES\*, A. SKOKNIC\*\*, R. BRAVO\*\*, J.I. EGAÑA\*

## Summary

*The percentages of mineral nutrients in feeds from 20 commercial piggeries were evaluated. Plasma concentrations of Ca, Mg, Cu, and Zn, and the hepatic levels of Fe, Cu and Zn were determined by atomic absorption spectrophotometry, plasmatic concentration of P was determined by photocolometry.*

*A sample of 214 crossbred swine from 90-100 kg was used. The results obtained were statistically evaluated and compared with normal values reported in the literature. With the exception of P, all the minerals evaluated varied between piggeries ( $P < 0.05$ ). The mean concentrations of Ca, P and Mg fluctuated between 11.0 – 13.5, 8.1 – 11.4, and 4.0 – 6.7 mg/dl, respectively; the Ca and Mg concentrations were higher than the levels reported as normal and ranged between 72.7 – 122.1 and 166.4 – 232.8 g/dl respectively.*

*Hepatic concentrations of Fe, Cu and Zn were 342 – 927, 19.2 – 138.8 and 112 – 242 g/g DM respectively, normal with the exception of Fe, which resulted higher than normal. It can be concluded that there is an excess in dietary content of Ca, P, Mg and Fe due either to the use of diets with foodstuffs rich in these elements and/or the excess in mineral supplementation.*

## Introducción

**E**l estado nutricional mineral se ve determinado por múltiples factores, tanto dietéticos como fisiológicos. Entre los factores dietéticos destacan el contenido y la biodisponibilidad de los elementos minerales incluidos en la dieta. A su vez, la biodisponibilidad de un elemento mineral en particular resulta de interrelaciones poco conocidas con factores dietéticos (fibra dietaria, proteína, agentes quelantes) y de las interacciones que se establecen con otros elementos, la forma química del mineral, etc.

En Chile, en la formulación de raciones para cerdos, el aporte mineral de las dietas recibe poca atención ya que fuera de la inclusión de sal común, sólo se ajustan los requerimientos nutritivos de los aportes de Ca y P, asumiendo para los restantes macroelementos, que la ración los suple en cantidad y proporción adecuadas. En lo que respecta a los microminerales, es habitual la inclusión de mezclas de elementos trazas que aportan cantidades iguales o superiores a los requerimientos, sin considerar el contenido de éstos en la dieta. Es así como esta situación puede modificar la biodisponibilidad y la utilización de los distintos minerales, originando problemas de deficiencias y/o toxicidad de uno o más minerales.

El presente trabajo evaluó el estado nutricional mineral de cerdos provenientes de criaderos industriales existentes en el país, como estimador de los diferentes manejos alimentarios a que se someten los cerdos. Para este fin se determinó en cerdos a término, la concentración de los principales macro y microminerales en plasma e hígado.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 20 de junio de 1985

\* Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile.

\*\* Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile

### Materiales y métodos

Se muestrearon 214 cerdos híbridos de ambos sexos, de la cruce de razas Large White x Landrace x Duroc Jersey, de 90 – 100 kg de peso, provenientes de 20 criaderos industriales existentes en la zona central del país. Las dietas suministradas en los criaderos bajo estudio, se ajustaban a las pautas establecidas por NRC (19) para cerdos en período de engorde. Los insumos más comúnmente utilizados eran maíz, harinilla de trigo, y harina de pescado como concentrado proteico.

Mediante un muestreo sistemático y dirigido considerando la procedencia (criadero) se tomaron al momento del sacrificio de los animales muestras de sangre e hígado. Las muestras de sangre se obtuvieron al momento de la yugulación y fueron recibidas en tubos de ensayo previamente desmineralizados, los cuales contenían citrato de litio como anticoagulante en concentración de 5 mg/ml de sangre. Se obtuvieron alrededor de 20 ml de sangre, que dentro de las 18 h de obtenidas, fueron centrifugadas a 3 000 rpm, separándose el plasma que fue congelado hasta su posterior análisis. En las muestras de plasma sanguíneo se determinaron las concentraciones de Ca, P, Mg, Cu y Zn.

Al momento de la evisceración se tomó una muestra de hígado proveniente del lóbulo central derecho, de aproximadamente 50 g. la que fue congelada hasta el momento de su análisis. En estas muestras se determinaron las concentraciones de Fe, Cu y Zn.

La determinación de los elementos Ca, Mg, Fe, Cu y Zn se realizó por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer 303) de acuerdo a las técnicas propuestas por Fick *et al.* (8). Mientras que el P se determinó utilizando la técnica fotocolorimétrica de Fiske y Subbarow (9).

Los resultados obtenidos por criadero fueron descritos estadísticamente a través de su promedio aritmético y de su desviación estándar. El efecto de la variable procedencia fue estudiado mediante análisis de varianza y por la prueba de diferencias entre medias de Student-Newman-Keuls (23).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se compararon con los valores normales publicados en la literatura, considerando como tales a los entregados por tablas y aquéllos que presentaron los animales controles de diversos ensayos de nutrición y alimentación mineral de cerdos.

### Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se entregan los resultados obtenidos de la concentración plasmática de los macromine-

rales Ca, P y Mg. Las concentraciones promedio de Ca plasmático por criadero fluctuaron entre 11.0 y 13.5 mg/dl, las que resultaron ser superiores a las reportadas por Ullrey *et al.* (27), Furugouri (11), Martison y Ekman (17) y Kornegay y Thomas (16), quienes informan valores que fluctúan entre 10.2 y 11.8 mg/dl. Con base en el rango de normalidad estimado de la literatura consultada, el 60% de los criaderos presentaron concentraciones promedio de Ca plasmático elevadas. Se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), entre las distintas procedencias analizadas, estratificándose la muestra en tres subgrupos diferentes.

En el P plasmático no se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los diferentes criaderos, oscilando el rango de concentraciones entre 8.1 y 11.4 mg/dl, correspondiendo dichos valores extremos a los criaderos No. 20 y 3, respectivamente. Estas concentraciones obtenidas resultan superiores a las reportadas por Fox y Care (10) y Widdowson y Dickerson (31), quienes encontraron valores de 7.8 y 7.1 mg/dl, respectivamente. Las concentraciones de P en plasma encontradas en este estudio fueron similares a las obtenidas por Ferreira y Vieira (7), quienes informan una concentración promedio de 10.2 mg/dl.

Las altas concentraciones plasmáticas obtenidas para Ca y P, pueden ser una consecuencia de excesos en el aporte de estos elementos en las dietas. Confirmando lo anteriormente señalado, Pokniak *et al.* (21), al analizar 66 ensayos de nutrición y alimentación de cerdos realizados en el país entre los años 1960 y 1976, encontraron que las concentraciones de Ca y P en las raciones de engorda excedían en un 36 y 70%, respectivamente, a las recomendaciones para tales elementos del NRC (19). Esto se debe a la práctica habitual de considerar en la formulación de raciones un aporte de sólo el 50% del P total presente en los vegetales y ajustar la relación Ca:P a ese P disponible. Este procedimiento, no considera que los requerimientos de P están establecidos considerando la disponibilidad del P, el cual proviene mayoritariamente de insumos vegetales.

Si bien es sabido que entre los elementos Ca y P existe un antagonismo en su adsorción intestinal y en la regulación hormonal de los niveles circulantes (29), los resultados obtenidos en este estudio indicarían que los cerdos al ingerir dietas con altas concentraciones de Ca y P, aumentan los niveles plasmáticos de ambos elementos. Viperman *et al.* (3) obtuvieron resultados semejantes al suministrar a cerdos dietas que contenían concentraciones de Ca y P que excedían un 50% los requerimientos establecidos por NRC (19).

Cuadro 1. Concentraciones plasmáticas promedios de los macrominerales calcio, fósforo y magnesio en las diferentes procedencias evaluadas.

Procedencia	Macrominerales plasmáticos (mg/dl)		
	Ca	P	Mg
1	12.4 ± 1.0 abc	8.4 ± 2.3	5.3 ± 0.7 abcd
2	11.7 ± 1.1 ab	9.3 ± 1.8	5.7 ± 1.1 bcd
3	13.2 ± 0.7 bc	11.4 ± 2.7	4.8 ± 0.7 ab
4	11.9 ± 1.0 abc	9.4 ± 1.8	5.8 ± 0.9 bcd
5	11.7 ± 0.6 ab	9.7 ± 1.9	4.5 ± 1.0 ab
6	11.5 ± 0.8 a	8.2 ± 1.0	4.7 ± 0.6 ab
7	12.0 ± 1.9 abc	9.7 ± 2.3	6.0 ± 1.9 bcd
8	13.5 ± 0.6 c	9.2 ± 1.1	6.7 ± 0.9 d
9	13.2 ± 1.3 c	8.4 ± 0.8	5.5 ± 0.9 abcd
10	11.5 ± 0.7 a	8.4 ± 1.1	5.0 ± 0.6 abc
11	12.3 ± 0.6 abc	9.1 ± 2.1	6.7 ± 0.9 d
12	11.0 ± 1.0 a	9.5 ± 1.7	6.4 ± 0.8 cd
13	13.2 ± 1.0 bc	9.1 ± 2.3	5.3 ± 0.6 abcd
14	12.9 ± 1.3 abc	10.7 ± 2.0	5.4 ± 1.0 abcd
15	12.1 ± 0.3 abc	9.4 ± 1.0	4.8 ± 0.7 ab
16	12.6 ± 1.0 abc	10.3 ± 1.5	5.2 ± 1.1 abcd
17	12.5 ± 0.5 abc	9.2 ± 1.0	5.0 ± 0.7 abc
18	12.9 ± 0.9 abc	9.4 ± 0.7	4.0 ± 0.2 a
19	11.9 ± 0.4 abc	9.5 ± 2.0	5.5 ± 0.8 abcd
20	11.8 ± 0.9 abc	8.1 ± 0.7	4.4 ± 0.8 ab

a, b, c, d: Letras exponenciales en una misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

Las concentraciones de Mg plasmático oscilaron entre 4.0 y 6.7 mg/dl, las que resultaron considerablemente superiores a las determinadas por Ullrey *et al.* (27), Svajgar *et al.* (26), Kaneko (15) y Birkeland (1), quienes informan valores de 3.0, 2.6, 3.2 y 1.9 mg/dl, respectivamente. Además se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los distintos criaderos evaluados.

Las causas que determinan las diferencias entre las concentraciones obtenidas en el presente trabajo y las reportadas como normales en la literatura, no aparecen suficientemente claras. Como factores que podrían explicar parcialmente estas diferencias, se pueden mencionar la utilización en el país de insumos dietéticos ricos en Mg, como son los subproductos de molienda del trigo, y además de algunos tipos de suplementos de Ca que presentan altas concentraciones de Mg. Gerken y Fontenot (12) y Cunha (3), señalan que los carbonatos de Ca de origen dolomítico contienen hasta 13% de Mg. En Chile no existe información acerca de los carbonatos de Ca utilizados en alimentación animal.

Los resultados obtenidos de Cu y Zn plasmáticos se describen en el Cuadro 2. Al estratificar estos valores por criadero, se observaron diferencias significati-

vas ( $P < 0.05$ ), agrupándose la muestra analizada en cuatro subgrupos.

Las concentraciones de Cu plasmático fluctuaron entre 166.40 y 232.80  $\mu\text{g/dl}$ , las que resultaron similares a los encontrados por De Goeij *et al.* ((4), Gipp *et al.* (13) y Martinson y Ekman (17).

Los resultados de Zn plasmático (72.70 – 122.10  $\mu\text{g/dl}$ ) demostraron que la mayoría de los criaderos estudiados presentaron valores considerados como normales. Es así como Ullrey *et al.* (27), De Goeij *et al.* (4) y Sullivan y Burch (24) reportan niveles de Zn sérico de 88, 117 y 105  $\mu\text{g/dl}$ , respectivamente. De acuerdo a este mismo criterio, los criaderos No. 10, 11, 15, 18 y 20 presentaron concentraciones consideradas deficitarias. El análisis estadístico para procedencia estratificó la muestra en dos subgrupos.

Las bajas concentraciones de Zn encontradas en algunos criaderos, podrían ser explicadas considerando el antagonismo existente en los mecanismos de absorción del Ca y del Zn (18), ya que los valores de Ca plasmático obtenidos en el presente trabajo indicarían que los cerdos criados en el país están consumiendo raciones con niveles altos de Ca que afectan negativamente la biodisponibilidad del Zn.

Cuadro 2. Concentraciones plasmáticas promedios de los microminerales cobre y zinc de las diferentes procedencias evaluadas.

Procedencia	Microminerales plasmáticos ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	
	Cu	Zn
1	203 $\pm$ 20 abcd	94 $\pm$ 13 ab
2	179 $\pm$ 22 abcd	56 $\pm$ 23 ab
3	192 $\pm$ 26 abc	100 $\pm$ 23 ab
4	201 $\pm$ 32 bcd	90 $\pm$ 27 ab
5	180 $\pm$ 19 ab	97 $\pm$ 32 ab
6	192 $\pm$ 17 abc	94 $\pm$ 20 ab
7	207 $\pm$ 30 bcd	107 $\pm$ 9 ab
8	207 $\pm$ 15 bcd	104 $\pm$ 26 ab
9	166 $\pm$ 11 a	116 $\pm$ 21 b
10	192 $\pm$ 36 abcd	82 $\pm$ 17 ab
11	199 $\pm$ 21 abcd	73 $\pm$ 10 a
12	203 $\pm$ 19 abcd	92 $\pm$ 11 ab
13	233 $\pm$ 36 d	103 $\pm$ 20 ab
14	220 $\pm$ 26 bcd	91 $\pm$ 13 ab
15	226 $\pm$ 35 cd	81 $\pm$ 6 ab
16	215 $\pm$ 35 bcd	106 $\pm$ 44 ab
17	199 $\pm$ 29 abcd	109 $\pm$ 23 ab
18	203 $\pm$ 16 abcd	77 $\pm$ 21 ab
19	220 $\pm$ 12 bcd	122 $\pm$ 14 b
20	195 $\pm$ 36 abcd	80 $\pm$ 24 ab

a, b, c, d: Letras exponenciales en una misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 3. Concentraciones hepáticas promedios de los microminerales de hierro, cobre y zinc en las diferentes procedencias analizadas.

Procedencia	Microminerales hepáticos ( $\mu\text{g}/\text{g MS}$ )		
	Fe	Cu	Zn
1	593 $\pm$ 226 abc	22.4 $\pm$ 15.8 a	145 $\pm$ 51 abc
2	467 $\pm$ 139 ab	2.8 $\pm$ 13.3 a	173 $\pm$ 35 abcd
3	426 $\pm$ 51 ab	30.6 $\pm$ 10.5 a	199 $\pm$ 51 cd
4	404 $\pm$ 154 ab	44.0 $\pm$ 48.0 a	181 $\pm$ 40 abcd
5	478 $\pm$ 54 ab	26.2 $\pm$ 19.2 a	141 $\pm$ 27 ab
6	601 $\pm$ 177 abc	20.7 $\pm$ 11.0 a	213 $\pm$ 93 cd
7	498 $\pm$ 252 ab	19.2 $\pm$ 9.2 a	199 $\pm$ 47 bcd
8	927 $\pm$ 245 d	64.5 $\pm$ 89.6 a	173 $\pm$ 24 abcd
9	733 $\pm$ 165 c	23.4 $\pm$ 15.4 a	138 $\pm$ 28 abc
10	639 $\pm$ 231 bc	29.2 $\pm$ 14.8 a	112 $\pm$ 20 a
11	588 $\pm$ 75 abc	21.2 $\pm$ 3.4 a	232 $\pm$ 63 d
12	424 $\pm$ 200 ab	31.6 $\pm$ 24.1 a	157 $\pm$ 48 abcd
13	342 $\pm$ 111 a	21.6 $\pm$ 11.8 a	182 $\pm$ 21 abcd
14	430 $\pm$ 179 ab	39.8 $\pm$ 30.2 a	168 $\pm$ 35 abcd
15	453 $\pm$ 46 ab	42.6 $\pm$ 23.8 a	161 $\pm$ 37 abcd
16	638 $\pm$ 165 abc	24.2 $\pm$ 8.3 a	226 $\pm$ 54 d
17	560 $\pm$ 64 abc	35.2 $\pm$ 6.8 a	153 $\pm$ 31 abcd
18	430 $\pm$ 59 ab	25.8 $\pm$ 4.6 a	195 $\pm$ 25 abcd
19	521 $\pm$ 246 abc	43.8 $\pm$ 32.6 a	182 $\pm$ 81 abcd
20	393 $\pm$ 26 ab	138.8 $\pm$ 157.7 b	242 $\pm$ 62 d

a, b, c, d: Letras exponenciales en una misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Las concentraciones hepáticas de Fe, Cu y Zn se presentan en el Cuadro 3. Los niveles de Fe hepático obtenidos fluctuaron entre 342 y 927  $\mu\text{g/gMS}$ . La literatura informa de concentraciones normales de Fe hepático muy variables, las que oscilan entre 186  $\mu\text{g/g MS}$  (11) y 480  $\mu\text{g/g MS}$  (13). De acuerdo a esta información sólo el 50% de los criaderos evaluados presentarían valores normales y el 50% restante valores excesivos. El análisis de los promedios de los criaderos mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), agrupándose de acuerdo a la prueba de diferencias de medias en 4 subgrupos, siendo el criadero No. 8 diferente a los restantes.

Estos resultados, indicarían aportes dietéticos excesivos de Fe en las dietas lo que sería causado por la práctica habitual en la alimentación del cerdo de suministrar suplementos minerales trazas que cubren el 100% o más de los requerimientos de estos elementos sin considerar el aporte que de ellos realizan los insumos. Otro factor dietético que podría incidir en los resultados obtenidos es la utilización en el país de fuentes proteicas de origen animal (harina de pescado) como principal o único concentrado proteico. Al respecto Underwood (28) señala que las harinas de pescado contienen niveles de 400 – 600 ppm de Fe y que, al ser incorporadas en los niveles habituales, aportan por sí solas la totalidad del requerimiento de este elemento. Adicionalmente, los suplementos de Ca y P, como son conchuela, fosfatos de Ca desfluorinados, fosfatos dicálcicos contienen entre 2 000 – 10 000 ppm de Fe (19), que al ser incorporados en cantidades excesivas incrementarían aún más el aporte de Fe.

La gran mayoría de las concentraciones promedios de Cu en tejido hepático fluctuaron entre 19.2 y 64.5  $\mu\text{g/MS}$ , las que son similares a las reportadas por Cox y Hale (2), Pond *et al.* (20) y Ferreira y Machado (6). El criadero No. 20 presentó una concentración (139  $\mu\text{g/gMS}$ ) significativamente ( $P < 0.05$ ) superior a los restantes. El análisis estadístico estratificó la muestra en dos subgrupos, siendo uno de ellos el criadero No. 20 y el otro compuesto por las restantes procedencias que presentaron concentraciones distribuidas en un amplio rango, existiendo diferencias de 300% entre los valores extremos de este subgrupo. Esto se debe a la gran variabilidad individual en la capacidad para almacenar Cu (28), y que no se manifestó a nivel plasmático, debido a la existencia de un eficiente mecanismo de regulación del Cu sanguíneo que moviliza los excesos a los tejidos de depósito (25). Las diferencias en las concentraciones de Cu hepático se pueden explicar al menos parcialmente por el amplio uso en Chile del  $\text{CuSO}_4$  como estimulante del crecimiento (5), el cual se incorpora en concentraciones de hasta 250 ppm de Cu, en la etapa de 35 – 60 kg de peso de los cerdos.

Las concentraciones de Zn hepático obtenidas en este estudio, presentaron un rango bastante estrecho, entre 112 y 242  $\mu\text{g/g MS}$ , siendo comparables a los valores entregados por Morgan *et al.* (18), Gipp *et al.* (13), Prasad (22) y Greer *et al.* (14). Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre los distintos criaderos ( $P < 0.05$ ).

La gran variabilidad observada en los niveles plasmáticos de los elementos minerales analizados, era esperable de obtener al considerar el diseño experimental utilizado en el presente trabajo. Sin embargo, destaca la elevada frecuencia de niveles plasmáticos considerados como excesivos, particularmente para los elementos Ca, P, Mg y Fe, lo que indicaría deficiencias en el manejo nutricional mineral a que se somete la especie porcina en el país.

La escasa caracterización del aporte y biodisponibilidad mineral de la mayoría de los insumos utilizados en la formulación de dietas para cerdos, especialmente de los subproductos agroindustriales de amplio uso en Chile, hace que la adecuación mineral, particularmente de los microminerales se realice adicionando premezclas de estos elementos que aportan la totalidad de las necesidades de los cerdos, sin considerar el contenido de los alimentos que constituyen la ración.

Los resultados de esta investigación sugieren la necesidad de realizar una adecuada caracterización mineral de los insumos dietéticos o alimenticios nacionales para con base a esta información poder establecer las pautas de formulación adecuada de raciones para cerdos.

## Resumen

Se evaluó el estado nutricional mineral de 214 cerdos híbridos de ambos sexos, de 90 – 100 kg de peso, provenientes de 20 criaderos industriales, para lo cual se determinaron las concentraciones plasmáticas de Ca, P, Mg, Cu y Zn y las hepáticas de Fe, Cu y Zn, mediante técnicas de espectrometría de absorción atómica, a excepción del P el cual se determinó por fotocolorimetría. Los resultados obtenidos fueron confrontados con valores considerados normales a la literatura. El análisis estadístico mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los diferentes criaderos para todos los elementos analizados salvo P. Los macroelementos Ca, P y Mg presentaron concentraciones promedios que fluctuaron entre 11.0 – 13.5, 8.1 – 11.4 y 4.0 – 6.7 mg/dl respectivamente. Las concentraciones de Ca, P y Mg fueron superiores a las publicadas como normales en la literatura. Los niveles plasmáticos de Zn y Cu oscilaron entre 72.7 – 122.1 y 166.4 – 232.8  $\mu\text{g/dl}$ , respectivamente, siendo coincidentes con valores informados como adecuados.

Las concentraciones promedios hepáticas de Fe, Cu y Zn presentaron un rango entre 342 - 927, 192 - 1388 y 112 - 242  $\mu\text{g/g}$  MS, respectivamente, de los cuales sólo el Fe presentó valores elevados. Se concluye que para los elementos Ca, P, Mg y Fe existiría un aporte excesivo en la dieta, debido a la utilización de insumos alimenticios ricos en estos elementos, y al uso de una suplementación mineral que sobrepasa los requerimientos de estos minerales.

#### Literatura citada

1. BIRKELAND, R. 1968. Comparative investigations on the concentrations of calcium in the blood plasma and peritoneal fluid of sheep and pig. *Nord. Vet. Med.* 20:155
2. COX, D.H.; HALE, D.M. 1962. Liver iron depletion without copper loss in swine fed excess zinc. *Journal Nutrition* 77:225-228
3. CUNHA, T.J. 1977. Swine feeding and nutrition. Academic Press, New York. 352 p.
4. DE GOEY, L.W.; WAHLSTROM, EMERICK, R.J. 1971. Studies of high copper supplementation to rations for growing swine. *Journal Animal Science* 33:52-57
5. DEVILAT, J.; SKOKNIC, A. 1971. Manual de producción porcina. CORFO Eds., Santiago de Chile. 97 p.
6. FERREIRA, J.M.; MACHADO, R. 1979. Influencia da idade nos níveis de elementos minerais no fígado de suínos. *Arquivos da Escola Veterinária UFMG (Brasil)* 31:319-327
7. FERREIRA, J.M.; VIEIRA, R.M. 1979. Teores séricos de Ca, P e glicose de suínos Yorkshire do nascimento aos quinze meses. *Arquivos da Escola Veterinária UFMG (Brasil)* 31:329-335
8. FICK, K.; MILLER, S.; FUNK, J.; McDOWELL, L.; HOUSER, R. 1976. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y de animales. Universidad de Florida Instituto de Ciencias Alimentarias y Agropecuarias. Gainesville. 82 p.
9. FISKE, C.H.; SUBBAROW, Y. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry* 66:375.
10. FOX, J.; CARE, A.D. 1978. Effect of low calcium and low phosphorus diets on the intestinal absorption of phosphate in intact and parathyroidectomized pigs. *Journal of Endocrinology* 77:225-231
11. FURUGOURI, K. 1972. Effect of elevated dietary levels of iron stored in liver, some blood constituents and P deficiency in young swine. *Journal of Animal Science* 34:573-577
12. GERKEN, H.J.; FONTENOT, H.P. 1967. Availability and utilization of Mg from dolomitic limestone and Mg oxide in steers. *Journal of Animal Science* 26:1404-1408
13. GIPP, W.F.; POND, W.G.; WALKER, E.F. Jr. 1973. Influence of diet composition and mode of Cu administration on the response of G-F swine to supplemental Cu. *Journal of Animal Science* 36:91-99
14. GREER, E.B.; LEWIS, C.E.; CROFT, M.G. 1979. Mineral and vitamin supplementation of diets for growing pigs 4. Effects of copper, zinc and iron supplements in a wheat/animal protein diet on performance, liver mineral stores and backfat quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 19:312-317
15. KANEKO, J.J. 1973. Standard values in domestic animals. Department of Clinical Pathology, University of California, Davis. 3a. Ed. 28 p.
16. KORNEGAY, E.T.; THOMAS, H.R. 1981. Phosphorus in swine II. Influence of dietary Ca and P levels and growth rate on serum minerals, soundness scores and bone development in barrows, gilts and boars. *Journal of Animal Science* 52:1070-1084
17. MARTINSON, K.; EKMAN, L. 1976. The effect of prolonged supplementation of dietary zinc on weight gain, tissue storage of zinc and some serum variables in fattening pigs. *Acta Veterinaria Scandinavica* 17:279-285
18. MORGAN, D.P.; YOUNG, E.P.; EARLE, I.P.; DAVEY, R.J.; STEVENSON, J.W. 1969. Effects of dietary calcium, and zinc on calcium, phosphorus and zinc retention in swine. *Journal of Animal Science* 29:900-905
19. NRC. 1979. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of swine. 8°

- revised Ed. National Research Council, Washington, D.C.
20. POND, W.G.; WALKER, Jr. E.F.; KIRTLAND, D. 1975. Weight gain, feed utilization and bone and liver mineral composition of pigs from weaning to slaughter weight. *Journal of Animal Science* 41:1 053-1 056
21. POKNIAK, J.; BONACIC, M.; HAARDT, E.; SEGURE, T. 1977. Estimación de la respuesta productiva de cerdos durante la etapa de crecimiento-engorde y su comparación con el National Research Council 1973. *Revista de la Sociedad de Medicina Veterinaria (Chile)*. 27:29-43.
22. PRASAD, A. 1976. Deficiency of zinc in man and its toxicity. In *Trace elements in human health and disease*. Ed. by Prasad A. Academic Press, New York. Vol. I. p. 1-20.
23. SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. 1969. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*, Eds. Freeman, W.H. San Francisco. 776 p.
24. SULLIVAN, J.F.; BURCH, R.E. 1976. Potential role of Zn in liver disease. In *Trace elements in human health and disease*. Ed. by Prasad A. Academic Press, New York. Vol. I. p. 67-85
25. SUTTLE, N.F.; MILLS, C.F. 1966. Studies of the toxicity of copper to pigs. 1. Effects of oral supplements of Zn and Fe salts on the development of copper toxicosis. *Br. Journal Nutrition* 20:135-148.
26. SVAGR, A.J.; PEO Jr. E.R.; VIPPERMAN Jr., P.E. 1969. Effects of dietary levels of manganese and magnesium on performance of growing-finishing swine raised in confinement and on pasture. *Journal of Animal Science* 29:439-443
27. ULLREY, D.E.; MILLER, E.R.; BRENT, B.E.; HOEFER, J.A. 1967. Swine hematology from birth to maturity. IV. Serum calcium, magnesium, sodium, potassium, copper, zinc and inorganic phosphorus. *Journal of Animal Science* 26:1 024-1 029.
28. UNDERWOOD, E.J. 1971. *Trace elements in human and animal nutrition*. 3 ed. Academic Press, New York. 500 p.
29. UNDERWOOD, E.J. 1981. *The mineral nutrition of livestock*. 2. ed. C.A.B. England. 180 p.
30. VIPPERMAN Jr., P.E.; PEO Jr., E.R.; CUNNINGHAM, P.J. 1971. Calcium and phosphorus balance studies with swine. *Journal of Animal Science* 33:240 (Abstract)
31. WIDDOWSON, E.M.; DICKERSON, W.T. 1964. Chemical composition of the body. In *Mineral metabolism*. Ed. by Comar C.L. and F. Bronner. Academic Press. Vol. 2, Part A. p. 1-247

## Reseña de libros

J. SREGEDI (editor). Soil biology and conservation of the biosphere. Akademia Kiadó, Budapest, Hungría, 2 Vol. 1984. 902 p.

En este libro se incluyen los 87 trabajos presentados en la 8a. Conferencia de la Sección de Biología de Suelos de la Sociedad Húngara de la Ciencia del Suelo. Las investigaciones expuestas resumen los puntos de vista de científicos de una docena de países, principalmente de Europa Central. Sin embargo, es interesante notar autores de Cuba en cinco de los trabajos presentados.

El tono general de la conferencia refleja un enfoque ecológico en la biología de suelos. Todos los trabajos se presentan en un buen inglés para el público científico general. La sección de Biología de Suelos de la Sociedad de la Ciencia de Suelos de Hungría merece una felicitación de la Comunidad Científica, por haber puesto esta información interesante a la disposición del público en general.

La primera sección que incluye 17 trabajos que dedica al campo muy moderno del efecto del abonamiento mineral y orgánico sobre los procesos biológicos en suelos. Se examinaron aquí los efectos de diferentes tratamientos sobre los sistemas biológicos y particularmente los sistemas enzimáticos en suelos. El campo de gran actualidad de la interacción entre los plaguicidas y los organismos en el suelo es el tema de la segunda sección. Esta división, que incluye un trabajo de Cuba sobre el efecto de Diurón, consta de catorce trabajos y cita mucha bibliografía e información poco accesible, especialmente en inglés, a lectores de Latinoamérica.

La tercera sección se refiere al papel de los organismos en el suelo en la descomposición y la síntesis de la materia orgánica. El material se limita a la experiencia en suelos de Europa Central y Oriental y así es de poca aplicación directa en Latinoamérica. Sin embargo el enfoque de las investigaciones puede servir de ejemplo para indicar las formas de trabajo necesarias en este campo en el subcontinente.

La cuarta sección se refiere a la importancia de la fijación biológica de nitrógeno en la fertilidad de suelo. Aunque este tema ha sido muy ampliamente discutido en la bibliografía mundial, los doce trabajos en la sección complementan el resto de la información con experiencia Centro Europea y Árabe.

La sección más amplia es la quinta, con veinte trabajos, se dedica al papel de los organismos en el suelo en el ecosistema del suelo. Esta fracción, como las anteriores, se inicia con un trabajo introductorio e incluye no menos de cuatro trabajos de Cuba, información que no se ve muy frecuentemente.

La última sección se dedica al campo importante, pero no frecuentemente estudiado de la influencia de los organismos del suelo sobre los procesos formadores del suelo. Se consideran aquí también los fenómenos de reclamación de suelos afectados por residuos industriales o mineros.

En general, los dos volúmenes presentan información muy moderna, poco accesible en otras formas y así útil para los interesados en la interacción fertilidad y biología de suelo.

Un buen índice al final facilita el manejo de la obra a la cual se le recomienda a los profesores e investigadores en biología, microbiología y fertilidad de suelos.

ELEMER BORNEMISZA S.  
CIA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA