

GENERALIDADES ACERCA DE LOS REQUERIMIENTOS MINERALESDE LOS CERDOS

Arthur A. Owen B. *

Los cerdos requieren para su desarrollo, alimentos que contengan minerales además de las proteínas, vitaminas, carbohidratos y grasas. Los minerales que debe contener la alimentación del cerdo son variados y las cantidades requeridas de cada uno, también son diferentes: por lo tanto, estos minerales se pueden clasificar en dos grupos o categorías, según que el cerdo los necesite en mayor o menor cantidad así:

- a) Los Macrominerales. Son los minerales que el cerdo requiere en mayor cantidad y que se deben adicionar a las raciones para que sean balanceadas. Estos minerales son: cloro, sodio, calcio, fósforo y en algunas ocasiones, magnesio.
- b) Microminerales. Se requieren en menor cantidad, aunque son igualmente importantes en la alimentación del cerdo y se deben adicionar a su ración. También se llaman oligoelementos o minerales trazas y son: hierro, cobre, zinc, magnesio y yodo.

* Director Nacional Programa de Porcinos ICA
A.A. 233, Palmira Colombia

PARA CURSO AVANZADO DE PORCINOS DEL CIAT-1977

Hay otros microminerales que el animal necesita pero que casi siempre se encuentran en suficiente cantidad en los ingredientes utilizados para preparar alimentos para cerdos; en este caso no es necesario por lo tanto, adicionarlos a la ración.

Importancia de los minerales

La Tabla 1 presenta en forma resumida el papel que desempeñan los minerales en el animal y algunos de los síntomas que produce su deficiencia. Aunque la información se presenta en una forma muy simplificada puede dar una idea de la gran importancia de los minerales en la alimentación del cerdo. Como se puede notar en la Tabla 1, los síntomas ocasionados por las diferencias de minerales, no son muy claros. Por otra parte en muchos casos estos síntomas también se pueden deber a deficiencias de vitaminas o de otros nutrimentos, o a alguna enfermedad que no es de origen nutricional.

La deficiencia de cualquiera de los minerales causa la pérdida del apetito, y por consiguiente el animal se debilita y su crecimiento se retrasa.

TABLA 1. Funciones y síntomas de deficiencia de los minerales en el cerdo.

Mineral	Función	Síntomas de Deficiencia
<u>Macrominerales</u>		
CALCIO	Formación y salud de los huesos.	Crecimiento retraso, mal apetito, piernas y patas deformes, cojera.
FOSFORO	Formación y salud de los huesos. Necesario para la reproducción.	La deficiencia de fósforo hace bajar el número de cerdos nacidos por parto y son débiles.
MAGNESIO	Formación y salud de los huesos. Necesario para el aprovechamiento de los carbohidratos.	
COLORO Y SODIO	Son necesarios para mantener la correcta cantidad de agua en el animal.	Animales flacos en mal estado; baja el consumo de alimento.
<u>Microminerales</u>		
HIERRO	Necesario para la formación de la sangre, para evitar la anemia.	Anemia. Los párpados y piel de la boca son de color rosado pálido. El animal es débil, flaco, de mal aspecto. Baja el apetito.
COBRE	Necesario igual que el hierro en la formación de la sangre.	
ZINC	Necesario para la formación de los huesos y para el crecimiento; ayuda a cicatrizar heridas.	Afecta la piel, que tiene aspecto de sarna. El animal se atrasa. Pierde apetito.
MANGANESO	Es necesario para la reproducción, también para la salud de los huesos.	Cerditos débiles, tembleques, no se pueden parar. Baja el número de lechones nacidos.
YODO	Necesario para el correcto funcionamiento de la tiroides.	Lechones nacen muertos, débiles o con coto. Muy mal crecimiento. Baja el consumo de alimentos.

Cantidad de minerales en el alimento

Hay que tener cuidado para que el mineral no vaya a estar en exceso en el alimento, así como para que no vaya a ser escaso.

Esto es especialmente importante cuando se trata del calcio y el fósforo que se van a adicionar a la dieta; un exceso de cualquiera de los dos, puede evitar que el otro sea aprovechado por el animal; o sea que el calcio y el fósforo debe guardar cierta proporción el uno con el otro. Es lo que en nutrición se llama "la relación calcio-fósforo" (Ca:F).

En el caso de los microminerales, puede ser tan perjudicial el exceso como la falta o déficit de los mismos, ya que cuando se agregan a la ración en cantidades exageradas, pueden ser tóxicos.

Todo lo anterior nos indica que los animales necesitan mucho de los minerales, pero que no debemos exagerar dándoles en demasiada cantidad.

Requerimiento de minerales para cerdos

Los requerimientos minerales para cerdos han sido estimados de dos maneras: primero, de consideraciones de recomendaciones reportadas en la literatura y segundo, en el caso de algunos elementos, de información acerca del depósito de minerales en el cuerpo del animal, de pérdidas endógenas y de la disponibilidad de los minerales en los alimentos.

A pesar de que se han conducido muchos experimentos en los cuales los requerimientos minerales para los cerdos han sido explorados, el panorama está lejos de ser claro.

Existe considerable controversia sobre todos los aspectos de la nutrición mineral y es difícil encontrar información de ensayos nutricionales en las cuales se pueden basar recomendaciones específicas. La interpretación de resultados a menudo son complicadas por las deficiencias de las condiciones experimentales. Así tenemos que diferenciar en la ración basal, raza de los cerdos, efectos ambientales y el criterio utilizado para evaluar los resultados, dificultan la comparación de los resultados de diferentes investigaciones. El asunto se complica más por la ignorancia existente acerca de la interacción de los minerales entre sí y de estos con otros nutrientes en la dieta, tales como la Vitamina D, grasas y proteínas.

Hay que tener presente que los rendimientos "típicos" esperados de los cerdos están en continuo ascenso, lo que posiblemente hace obsoletas las recomendaciones consideradas anteriormente adecuadas.

Los autores presentan sus resultados a menudo en forma diferente, de tal manera, no siempre es posible expresar unos resultados en términos comunes o estandarizados. La mayoría de los autores expresan requerimientos en términos de la concentración de un elemento en la dieta (ejemplo : % del elemento en la dieta o mg. del elemento por kilogramo de dieta). Esta forma de expresión no es satisfactoria cuando no se indica el consumo diario de la dieta (ingesta).

Hay considerable variación en el consumo diario de alimento entre cerdos de un mismo peso, lo cual conduce a grandes variaciones en el

consumo diario de los minerales reportado por diferentes autores. Aún cuando se cita el consumo diario de alimento o cuando es posible calcularlo de los datos, es difícil hacer comparaciones debido en parte a las diferencias en las ratas de crecimiento obtenidas en los diferentes ensayos. Se ha procurado obviar este problema, en el caso del estudio de algunos minerales, relacionando las ratas de crecimiento observado a los consumos diarios, para desenmascarar las variaciones que resultan por este efecto.

El REQUERIMIENTO NETO de un elemento mineral puede definirse como la sumatoria de :

- a) Pérdidas endógenas del elemento en las heces, orina, piel y pelo.
- b) Almacenamiento del elemento en el cuerpo del animal en crecimiento y durante la preñez y a aquella cantidad cedida por el cuerpo en la leche.

El requerimiento neto como se define arriba debe distinguirse del simple requerimiento, que es aquella cantidad de un elemento que tiene que suministrarse en la dieta para satisfacer el requerimiento neto del animal. Estas dos cantidades están relacionadas por la siguiente expresión :

$$\text{Requerimiento de un elemento.} = \frac{\text{Requerimiento Neto del elemento}}{\text{Disponibilidad del elemento (\%)}} \times 100$$

Por consiguiente, disponibilidad se define como aquel porcentaje (%) del elemento suministrado en el alimento que puede ser utilizado por el animal para atender las pérdidas endógenas y promover el almacenamiento del elemento y es sinónimo con digestibilidad verdadera.

Por lo tanto, cualquier estimativo preciso que se haga del requerimiento de algún elemento, debe hacerse basándose en estos factores.

No obstante las dificultades descritas, varios autores o comités de nutricionistas han elaborado resúmenes basados en datos de la literatura existente. A continuación se presenta requerimientos de minerales de los cerdos según distintas fuentes de literatura.

TABLA 2. Algunos estimativos de Requerimiento de Minerales de los cerdos (1)

Mineral	Peso corporal o tipo de cerdos	Requerimiento estimado al 100% de M.S. de la dieta	Observaciones
		%	
Calcio (Ca)	Hasta 20 kg.	0.8	Niveles de Ca superiores a 1.2% pueden ser perjudiciales, si el nivel de Zn es de 50 pp m o menos.
	20 - 25	0.8	
	55 - 90	0.6	
	cerdas adultas	0.6	
Fósforo (p)	Hasta 20 kg.	0.7	
	20 - 55 kg.	0.6	
	55 - 90 kg.	0.5	
	Cerdas adultas	0.5	
Cloro (cl)	20 - 35 kg.	0.15	Niveles de Na Cl del 2% son tóxicos
Sodio (Na)	20 - 35 kg.	0.10	
Potasio (K)	Hasta 45 kg.	0.25	
Magnesio (Mg)	Hasta 55 kg.	400 mg/kg. de dieta	
Hierro (Fe)	Hasta 20 kg.	60 mg/kg de dieta	5 g./k de dieta: tóxico
Zinc (Zn)	Hasta 90 kg.	50 mg/kg de dieta	2 g/k. de dieta: tóxico
Manganeso (Mn)	Hasta 90 kg.	(*)	1 g./k de dieta: tóxico
	Cerdas adultas	10 mg/kg de dieta	
Cobre (Cu.)	Hasta 90 kg.	4 mg/kg de dieta	500 ppm. nivel tóxico
Cobalto (Co.)	Esencial como componente de la Vitamina B ₁₂ , pero no es requerido en la dieta como el elemento.		
Iodo (I)	Hay evidencia que existe un requerimiento diario pero hay insuficientes datos para dar un estimativo.		
Selenio (Se)	Hay evidencia que existe un requerimiento, niveles de 7 mg/kg. de dieta son tóxicos.		

Fluor (F) No se ha establecido requerimiento aún, niveles de 250 mg/kg de dieta son nocivos al animal.

-
- (1) Datos tomados de: The Nutrient requirements of farm livestock No.3-Figs, technical Review and Summaries, Agricultural Research Council London (1967)
- (2) Los rangos de peso que no aparecen en la tabla, no se citaron por no haber suficiente información para dar estimativo. Sin embargo se puede razonablemente asumir, que los requerimientos no son superiores a los citados para los grupos de cerdos de menor peso.
-

En la Tabla 3 aparecen el consumo diario de minerales de los cerdos, estos datos fueron calculados de los valores presentados en la Tabla 2 y los consumos de materia seca que aparecen en la Tabla 5.

TABLA 3. Consumo diario de minerales de los cerdos.

Peso del cerdo	Consumo diario de materia seca	Consumo diario del Mineral								
		Ca	P	K	Cl	Na	Mg	Fe	Zn	Cu
Kg.	Kg.	gm.	gm.	gm.	gm.	gm.	gm.	mg.	mg.	mg.
25	1.04	6.2	2.6	2.6	1.6	1.0	0.4	60	55	4
45	1.78	10.7	10.7	4.5	2.7	1.8	0.7	-	90	7
65	2.31	11.6	11.6	5.8	-	-	-	-	115	9
90	2.78	13.9	13.9	6.9	-	-	-	-	140	11

TABLA 4. Requerimiento de minerales de cerdos en crecimiento, calculado del almacenamiento corporal, pérdidas endógenas y de otros datos disponibles.

	Peso vivo kg.	Ca gm.	P gm.	Na gm.	Mg gm.	Fe mg.
Requerimiento	5	3.4	2.7	0.41	0.12	6
<u>Neto</u> diario	25	6.3	4.6	0.74	0.23	11
	45	7.7	5.2	0.99	0.32	14
	90	8.8	5.8	0.89	0.34	12
Requerimiento	5	4.3	3.9	0.46	0.15	10
diario	25	9.4	9.2	0.82	0.29	18
	45	14.5	10.4	1.10	0.40	23
	90	18.7	11.6	0.99	0.43	20
Requerimiento ex-	5	1.16%	1.05%	0.12%	410 mg/k	27 mg/k
presado como con-	25	0.90%	0.88%	0.08%	280 mg/k	17 mg/k
centración de la	45	0.81%	0.58%	0.06%	230 mg/k	13 mg/k
M.S. de la dieta	90	0.67%	0.42%	0.04%	160 mg/k	7 mg/k

Datos tomados de la misma fuente de las tablas Nos. 2 y 3.

Por considerarlo de interés y porque los datos de la Tabla 3 están basados en estos datos, a continuación, en la Tabla 5 aparece el consumo promedio diario de cerdos alimentados dos veces al día y que su crecimiento sigue la curva promedio de crecimiento.

TABLA 5. Consumo Promedio de cerdos, según su pesos vivo (1)=

	Aumento diario esperado	Alimento en base fresca	Consumo de M. S. (2)	Energía Digestible
Kg.	Gramos	Kg.	Kg.	Mega Cal
20	500	1.00	0.87	3.00
25	550	1.20	1.04	3.60
30	625	1.45	1.26	4.35
35	690	1.65	1.44	4.95
40	750	1.85	1.61	5.55
45	775	2.05	1.78	6.15
50	790	2.20	1.91	6.60
55	790	2.35	2.04	7.05
60	790	2.50	2.17	7.50
65	790	2.65	2.31	7.95
70	790	2.75	2.39	8.25
75	790	2.85	2.48	8.55
80	790	3.00	2.61	9.00
85	790	3.10	2.70	9.30
90	790	3.20	2.78	9.60

- (1) Datos tomados de la misma fuente de las tablas 2, 3 y 4.
- (2) Asumiendo 87% de M.S. en la dieta.
- (3) Dieta seca al aire, se calcula que contienen 68% TDN o 3.0 Mega Calorías de Energía digestible por kilogramo.

En la Tabla No.6 se presentan promedios de la concentración de algunos minerales en la leche de cerdas y el consumo diario de estos por parte de un lechón que mame en promedio 800 ml. diarios.

TABLA No.6. Contenido mineral de la leche de cerdas y consumo calculado diario de éstos por lechones.

	Peso del elemento por cada 100 ml. de leche	Consumo diario del elemento por lechón
Ca	206 mg.	1.65 gm.
P	149 mg.	1.19 gm.
K	79 mg.	630 mg.
Na	36 mg.	290 mg.
Cl	20 mg.	160 mg.
Mg.	11 mg.	88 mg.
Fe	180 microgm.	1.4 mg.
Cu	80 microgm.	640 microgm.

Fuente, igual a tabla 2 al 5.

Los datos presentados hasta el momento han sido tomados del Agricultural Research Council Londres Inglaterra, publicados en 1967.

Datos más recientes del National Research Council de los Estados Unidos se presentan a continuación :

TABLA 7. Macrominerales requeridos por el cerdo según su peso vivo ⁽¹⁾

ALIMENTACION A VOLUNTAD

Peso vivo kg.	Ganancia diaria de peso (gm)	En % de la dieta				Cantidad diaria (gm.)			
		Ca	P	Na	Cl	Ca	P	Na	Cl
5-10	300	0.80	0.60	x	x	4.8	3.6	x	x
10-20	500	0.65	0.50	0.10	0.13	8.1	6.3	1.3	1.6
20-35	600	0.65	0.50	0.10	0.13	11.0	8.5	1.7	2.2
35-60	750	0.50	0.40	x	x	12.5	10.0	x	x
60-100	900	0.50	0.40	x	x	17.5	14.0	x	x

ALIMENTACION CONTROLADA

(2)	110-250	Cerdas preñadas	0.75	0.50	NaCl	15	10	NaCl	10 gm
(3)	140-200	Joven Lactando	0.75	0.50	0.50	37.5	25.0		25.0
(4)	200-250	Adulta Lactando	0.75	0.50	0.50	41.2	27.5		27.5
(5)	110-180	Verraco joven	0.75	0.75	0.50	18.8	12.5	NaCl	12.5
(6)	180-250	Verraco	0.50	0.50	0.50	15.0	10.0		10.0

(1) Adaptado de Nutrient Requirements of Swine, No.2, 7th Revised edition, NRC. 1973.

(2-6) Consumo diario de alimento (alimento seco al aire, kilogr.) 2.0, 5.0, 5.5, 2.5 y 2.0 para los numerales (2), (3), (4), (5) y (6) respectivamente.

TABLA 8. Microminerales requeridos por el cerdo.

Mineral	Requerimiento (mg/kg.de dieta)
Cobre	6.0 ⁽¹⁾
Iodo	0.2
Hierro	80
Manganeso	20
Selenio	0.1
Zinc	50 ⁽²⁾

(1) Requerimiento de lechón muy joven ("baby pig")

(2) Niveles más altos son requeridos cuando se utiliza niveles altos de calcio en la dieta.

Con la información dada en las Tablas 2, 3, 4, 7 y 8, el lector puede darse buena cuenta que aún no se ha dicho la última palabra acerca de los requerimientos minerales de los cerdos; pero pueden guiarse por estas tablas para formular sus raciones.

En la Tabla 9 aparecen algunas fuentes de minerales utilizadas en la preparación de alimentos para cerdos.

TABLA 9. Algunas fuentes de minerales utilizadas en la preparación de alimentos para cerdos

Minerales	Fuente		
	Producto	Fórmula química	% del mineral
CALCIO	Harina de huesos	-----	24.0
	Carbonato de Calcio	Ca CO ₃	40.0
	Fosfato Dicálcico	CaH PO ₄	29.5
	Fosfato Tricálcico	Ca ₃ (PO ₄) ₂	38.8
	Sulfato de calcio	Ca SO ₄	29.4
FOSFORO	Harina de huesos	-----	12.0
	Fosfato dicálcico	CaHPO ₄	22.8
	Fosfato Tricálcico	Ca ₃ (PO ₄) ₂	20.0
	Acido Orthofosfórico	H ₂ PO ₄	31.6
CLORO	Sal común	Na Cl	60.6
	Cloruro	KCl	47.6
SODIO	Sal común	Na Cl	38.6
	Sulfato de sodio	Na ₂ SO ₄	32.4
	Bicarbonato de sodio	Na H CO ₃	27.4
MAGNESIO	Carbonato de magnesio	Mg CO ₃	28.8
	Sulfato de magnesio	Mg SO ₄	20.2
HIERRO	Sulfato ferroso (No se debe usar el carbonato ni el óxido de hierro).	Fe SO ₄ .7 H ₂ O	20.1
COBRE	Sulfato de cobre	Cu SO ₄ . 5 H ₂ O	25.5
	Sulfato de cobre anhidro	Cu SO ₄	39.8
	Cloruro de cobre	Cu Cl ₂	47.3

MANGANESO	Dióxido de manganeso	Mn O ₂	63.2
	Carbonato de manganeso	Mn CO ₃	47.8
	Sulfato de manganeso	Mn SO ₄	36.4
YODO	Yoduro de potasio	KI	76.5
	Yodato de potasio	KI O ₃	53.3
	Yodato de calcio	Ca (IO ₃) ₂	65.1
COBALTO	Cloruro de cobalto	Co Cl ₂ 5H ₂ O	26.8
ZINC	Carbonato de zinc	Zn CO ₃	52.1
	Sulfato de zinc	Zn SO ₄	40.5
	Cloruro de zinc	Zn Cl ₂	48.0
	Oxido de zinc	ZnO	80.2

Este escrito no pretende ser un pequeño tratado acerca de los minerales, pues como podría darse cuenta el lector, el tema es muy vasto. Como complemento a esta charla el autor recomienda que se consulte : " Requerimientos de minerales " páginas 129 al 135 del Curso Avanzado Sobre Producción Porcina, ICA - Regional No.4 Medellín, Octubre de 1975. Respecto al manejo de los minerales en la preparación de alimentos para cerdos, se recomienda consultar : " Los minerales en la Nutrición del cerdo," Cerdonoticias No.21 en ICA INFORMA Junio, 1974.