

***TABLA DE COMPOSICION
DE MATERIAS PRIMAS USADAS
EN ALIMENTOS PARA ANIMALES***

FUENTES MINERALES

Lizbeth Mata Arias

2016 *Proyecto de Investigación*
años: 2012 - 2016

Agradecimiento

Un sincero agradecimiento a todas aquellas empresas que brindaron la colaboración para el desarrollo de este proyecto de investigación, financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

Al señor Alejandro Sibaja y a la señora Alejandra Esquivel de Vitaminas y Minerales S.A.

A los señores Guido Romero, Andrés Chaves y Rodrigo Pérez de Bayer Costa Rica.

Al señor Adrian Filomena de DSM Costa Rica.

Al señor Arnoldo Charpentier y la señora Gabriel Cruz de Megamix S.A.

A la señora Claudia Re huezo y al señor Steven Alvares de Faryvet S.A.

A la señora Heidrun Grunwedl de Nutec Costa Rica S.A.

Al señor Dagoberto Muñoz de Atein Industrial S.A.

Por permitir el ingreso a sus empresas y recolectar las muestras para ser analizadas en la sección de química del Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA)

A todos Muchas Gracias.

Introducción

Este proyecto de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, dió inicio en el año 2012 y finaliza en el año 2016.

Durante su ejecución se han analizado 27 tipos diferentes de materias primas minerales, que la industria usa para la manufactura de premezclas minerales y núcleos. Los cuales se adicionan a los alimentos balanceados que nuestro país utiliza en la alimentación de las especies animales domesticas, para obtener los productos de origen animal: leche, huevos y carne que todos los días llegan a la mesa de los consumidores.

Actualmente el Centro de Investigación en Nutrición Animal lleva analizadas 577 muestras de ingredientes minerales para un total de 3462 análisis realizados.

Para cada materia prima se presenta una breve descripción de su proceso de elaboración u obtención. Así como su contenido de humedad, mineral constituyente y contenidos de metales pesados: arsénico, cadmio, mercurio y plomo. Además se agregan los valores biológicos relativos para la mayoría de los ingredientes, con el fin de ofrecer información sobre los criterios de su uso y disponibilidad.

También se presenta la composición de los aminoácidos industriales y las estimaciones de energía para algunas especies animales.

Este último año de muestro en las empresas se incorporará a la información ya existente y se publicará en el año 2017 en una nueva actualización de la Tabla de Composición de Materias Primas usadas en Alimentos para Animales.

Fuentes Minerales

AZUFRE

Es un producto natural de origen volcánico obtenido por procesos de granulación y cribado. El más usado en la alimentación animal es un polvo fino de color amarillo.

Nutriente	Muestra	Máximo ^d	Mínimo ^d	Promedio		C.V. ^a
				Base Seca	Base Fresca	
Materia seca	27	99,7	96,0	100,0	98,8	1,0
Azufre ^b	27	99,6	92,3	99,5	98,3	1,9
Arsénico	27	146	ND ^c	53,8	53,2	78,7
Mercurio	27	590	2,6	158	156	85,5
Plomo	27	149	ND	14,6	14,4	310,1
Cadmio	27	2 780	ND	374	369	21,9

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. El valor corresponde a la pureza del azufre

c. Muestras no detectables en µg/kg

d. Datos en base fresca

CARBONATO DE CALCIO

Es el producto obtenido por la molienda de rocas calizas a diferentes tamaños de partícula. Su color puede ser blanco, gris o amarillento. Las cantidades de impurezas de las calizas pueden variar dependiendo de la fuente geográfica y reducen los contenidos de calcio y carbonatos.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a	
				Base Seca	Base fresca		
Materia seca	%	25	99,9	99,6	100,0	99,9	0,13
Calcio	%	25	41,8	29,0	35,4	35,4	118
Carbonatos	%	25	99,6	48,6	93,3	93,2	12,6
Arsénico	ug/kg	25	819	ND ^b	353	352	62,6
Mercurio	ug/kg	25	186	ND	73,9	73,8	58,5
Plomo	mg/kg	25	271	ND	12,5	12,5	463
Cadmio	ug/kg	25	5 220	ND	921	920	121

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Calcio	Ca %	Cerdos	Aves	Rumiantes
Carbonato de Calcio %	29 0 - 41,8	100	100	100
Fosfato Dicálcico Grado Alimenticio %	19,4 - 32,7	-	108	116
Fosfato Monocálcico Grado Reactivo %	14,2 – 18,8	-	-	130

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

CARBONATO DE COBALTO

El Carbonato de cobalto es un compuesto químico inorgánico de color violeta, que sintéticamente se obtiene por la reacción de nitrato de cobalto con carbonato de sodio.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	21	99,0	88,4	100,0	94,2	3,8
Cobalto	21	59,5	38,3	48,6	45,8	10,9
Carbonatos	21	84,2	43,9	60,3	56,8	25,3
Arsénico	21	13 790	ND ^b	1 818	1 713	237,3
Mercurio	21	302	ND	107,2	101,0	58,7
Plomo	21	494	ND	94,2	65,3	226,1
Cadmio	21	530	ND	92,8	98,5	157,9

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Cobalto		Cerdos	Corderos	Bovinos
Carbonato de Cobalto Alimenticio %	Grado	-	98,8	106
Carbonato de Cobalto Reactivo %	Grado	-	71,6	101

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

CARBONATO DE HIERRO

Es un polvo marrón extraído de yacimientos naturales de siderita de gran pureza, que se usa como fuente de hierro en la alimentación animal.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	26	99,9	88,7	100	98,5	2,1
Hierro	26	46,6	29,3	36,1	35,6	11,4
Carbonatos	26	74,7	19,2	35,8	35,3	47,9
Arsénico	26	419 130	14,2	22 693	22 353	363
Mercurio	26	594	8,3	144	141	94,2
Plomo	26	72,1	0,011	13,1	12,9	127
Cadmio	26	5 440	ND ^b	820	807	194

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Hierro	Cerdos	Aves	Rumiantes
Carbonato de Hierro Grado Alimenticio %	82	-	-

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

CLORURO DE POTASIO

Se puede obtener a partir de fuentes naturales o por medio de síntesis química, El cloruro de potasio es un polvo blanco cristalino inodoro

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	25	99,9	99,3	100	99,8	0,28
Potasio	25	58,3	34,5	47,5	47,4	12,8
Cloruros	25	99,4	72,6	90,6	90,4	6,3
Arsénico	25	672	ND ^b	167,3	167,0	116,0
Mercurio	25	181	ND	84,2	84,0	44,8
Plomo	25	323	ND	44,3	44,2	220,6
Cadmio	25	493	ND	100,5	100,3	152,2

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

DIHIYUDURO DE ETILENDIAMINA (EDDI)

Se produce mediante la reacción de etilendiamina con ácido hidrónico.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	11	99,9	99,7	100	99,8	0,068
Yodo	11	86,8	62,8	72,4	72,3	49,5
Arsénico	11	118	ND ^b	46,6	46,5	85,4
Mercurio	11	134	ND	102,0	101,8	28,3
Plomo	11	251	ND	66,1	66,0	138,1
Cadmio	11	1 190	ND	197,5	197,1	222,7

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Yodo	Cerdos	Aves	Rumiantes
Yoduro de Potasio %	100	-	100
Dihiyuduro de Etilendiamina %	99	-	111

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

FOSFATO DICÁLCICO

Los contenidos de calcio y fósforo de los fosfatos dicálcicos dependen del proceso y pureza química, que tiene lugar al hacer reaccionar bajo condiciones estrictamente controladas, ácido fosfórico purificado con una fuente de calcio. Se debe especificar su contenido mínimo de fósforo, máximo de calcio y flúor.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	28	99,9	90,9	100	97,4	2,5
Calcio	28	33,1	21,4	27,2	26,5	11,6
Fósforo	28	22,0	15,5	19,8	19,3	8,2
Flúor	28	1 824	13	580,6	565,5	554,4
Arsénico	28	26 680	ND ^b	3 150	3 068	227,3
Mercurio	28	392,5	7,0	102,5	99,8	78,4
Plomo	28	6,2	0,048	2,0	1,9	83,1
Cadmio	28	6 730	ND		1 789	122,3

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Fosforo	Cerdos	Aves	Rumiantes
Fuentes Anhidras %	69 - 80	76	100
Fuentes Hidratadas %	78 - 75	80	100

- a. Coeficiente de variación de la base fresca
b. Muestras no detectables en µg/kg
c. Datos en base fresca

FOSFATO MONOCÁLCICO

Es un producto granulado de color grisáceo que se obtiene de la mezcla de una fuente de calcio y ácido fosfórico purificado o por una reacción del fosfato dicálcico grado alimenticio con el ácido fosfórico.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	26	99,8	92,1	100	94,5	1,7
Calcio	26	18,8	14,0	16,7	15,8	8,7
Fosforo	26	24,7	18,0	22,6	21,4	6,9
Flúor	26	1 835	11,0	935,0	883,6	63,3
Arsénico	26	3 930	ND ^b	577,0	545,0	175,5
Mercurio	26	364	22,1	117,0	110,6	64,3
Plomo	26	879,3	ND	72,5	68,5	328,0
Cadmio	26	6 960	1,6	2 492	2 355	107,3

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuente de Fosforo	Cerdos	Aves	Rumiantes
Fosfato Monocálcico %	88 - 97	85	95

- a. Coeficiente de variación de la base fresca
b. Muestras no detectables en µg/kg
c. Datos en base fresca

MICROGRAN COBALTO

Microgran™ Co 5% BMP se compone de microgránulos de flujo libre color azul violáceo a rosa, libres de polvo. Contiene cobalto como carbonato de cobalto monohidrato formulado para asegurar que virtualmente no haya ninguna emisión de polvo.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	28	99,7	65,1	100	96,8	6,4
Cobalto	28	10,7	4,3	5,9	5,7	21,0
Arsénico	28	3 460	ND ^b	621,6	601,7	137,9
Mercurio	28	221	ND	92,0	89,0	49,4
Plomo	28	448	ND	67,0	64,4	207,0
Cadmio	28	7 630	ND	565,2	547,1	279,3

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Cobalto	Cerdos	Corderos	Bovinos
Carbonato de Cobalto Grado Alimenticio %	-	98,8	106
Carbonato de Cobalto Grado Reactivo %	-	71,6	101

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

MICROGRAN SELENIO

Microgran™ Se 1% BMP se compone de microgránulos de flujo libre y libres de polvo color marrón claro o grisáceo. Contiene selenio como selenito de sodio formulado para asegurar que virtualmente no haya emisión de polvo.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca %	24	99,9	99,1	100	99,6	0,22
Selenio %	24	4,2	0,81	1,5	1,5	61,6
Sodio %	24	0,93	0,51	0,64	0,64	15,2
Arsénico ug/kg	24	2 390	ND ^b	346,0	343,2	160,1
Mercurio ug/kg	24	458,0	28,0	146,2	145,6	80,9
Plomo mg/kg	24	231,0	ND	48,7	48,5	171,3
Cadmio ug/kg	24	3 340	3,9	468,5	466,6	192,7

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Selenio	Cerdos	Aves	Ponedoras	Rumiantes
Selenito de Sodio %	100	92 - 100	100	100
Selenito de Calcio %	102	104	-	152
Selenio Metionina %	102	78	100	124

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

MICROGRAN YODO

Microgran™ I 10% BMP se compone de microgránulos de flujo libre y libres de polvo color blanco a grisáceo. Contiene yodo como yodato de calcio anhidro, formulado para asegurar la no emisión de polvo

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	20	99,8	99,2	100	99,5	0,20
Yodo	20	18,3	4,4	9,3	9,3	33,2
Arsénico	20	3 920	ND ^b	470,2	467,8	210,3
Mercurio	20	144,0	ND	93,1	92,6	37,4
Plomo	20	169,0	ND	20,4	20,3	255,2
Cadmio	20	8,280	ND	988,0	983,0	230,2

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Yodo	Cerdos	Aves	Rumiantes
Yodato de Calcio %	-	-	100

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

OXIDO DE COBRE

El óxido de cobre es fabricado al colocar el metal de cobre en un horno oxidante o mediante la solubilización de metal de cobre con ácido y el tratamiento con una sustancia cáustica para precipitar óxido de cobre.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca %	26	99,9	99,1	100	99,9	0,17
Cobre %	26	85,0	65,2	72,3	72,2	8,0
Arsénico ug/kg	26	7 010	ND ^b	1 951	1 949	82,8
Mercurio ug/kg	26	385,0	ND	120,3	120,2	66,0
Plomo mg/kg	26	455	0,38	85,8	85,8	110,7
Cadmio ug/kg	26	7 410	ND	2 277	2 275	101,4

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Cobre	Cerdos	Aves	Ovejas	Bovinos
Sulfato de Cobre hidratado%	100	100	121	100
Oxido de Cobre %	74	24	35	76
Cobre Lisina %	94	99,5	81	104
Cobre Metionina %	100	91	-	-
Cobre Quelato %	-	96	-	-

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

OXIDO DE HIERRO

La hematita es un óxido de hierro que se utiliza como colorante, hay varias intensidades rojo, amarillo y negro. El óxido de hierro también puede ser producido sintéticamente a partir de cristales de sulfato ferroso. El óxido de hierro natural se produce a partir del mineral que se extrae, se tritura, se seca, se muele y envasa. El óxido de hierro en la alimentación animal se debe utilizar como un colorante y no como una fuente de hierro.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	26	99,9	88,3	100	99,3	2,7
Hierro	26	72,3	17,6	44,3	44,0	33,9
Arsénico	26	39 320	ND ^b	7 419	7 367	109,1
Mercurio	26	2 000	26,3	260	258	161,1
Plomo	26	104	0,18	11,8	11,7	187,5
Cadmio	26	6 310	ND	662	657	227,3

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

OXIDO DE MAGNESIO

El óxido de magnesio es producido por la calcinación de magnesita ($MgCO_3$) a una temperatura entre 900 y 1000 ° C.

Nutriente	Muestras	Máximo ^d	Mínimo ^d	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	27	99,9	57,6	100	62,6	13,8
Magnesio	27	66,3	25,6	42,7	39,5	27,9
Arsénico	27	5 200	ND ^b	1 615	1 011	114
Mercurio	27	287	ND	132	82,5	80,4
Plomo	27	559	0,082	47,4	29,7	382,9
Cadmio	27	1 290	ND	232,2	145,4	226,7

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Magnesio	Cerdos	Aves	Rumiantes ^c
Oxido de Magnesio Grado Alimentico granular %	-	-	61
Oxido de Magnesio Grado Alimentico polvo%	-	-	84

- a. Coeficiente de variación de la base fresca
 b. Muestras no detectables en $\mu g/kg$
 c. Óxidos de Magnesio con 51% de Mg
 d. Datos en base fresca

OXIDO DE MANGANESO

Óxido de manganeso (MnO) se produce a partir de la pirolusita natural, que por medio del calentamiento y un agente reductor, se transforma de dióxido de manganeso al óxido.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca %	26	99,9	98,9	100	99,7	0,24
Manganeso %	26	68,2	52,2	57,3	57,1	8,5
Arsénico ug/kg	26	61 240	1 200	27 299	27 217	68,1
Mercurio ug/kg	26	2 580	1,5	349,7	348,7	153,5
Plomo mg/kg	26	80,0	0,027	27,7	27,6	72,1
Cadmio ug/kg	26	5 490	ND ^b	2 522	2 514	109,5

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Manganeso	Cerdos	Aves	Ovejas	Bovinos
Oxido de Manganeso Grado Reactivo %	96	85	-	80
Oxido de Manganeso Grado Alimenticio %	-	-	58	91
Sulfato de Manganeso %	-	-	100	-
Manganeso – Metionina %	-	101	-	113
Manganeso – Proteinato %	-	109	-	-

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

OXIDO DE ZINC

El óxido de zinc para la alimentación animal es usualmente fabricado al someter a elevadas temperaturas los minerales de zinc para obtener un humo de zinc. El humo de zinc se recoge en un colector grande y se densifica a través de un proceso adicional.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca %	26	100	91,5	100	99,3	2,3
Zinc %	26	96,9	64,1	76,9	76,4	17,7
Arsénico ug/kg	26	60 050	12,8	5 875	5 834	271,1
Mercurio ug/kg	26	333,2	ND ^b	109,5	108,7	92,9
Plomo mg/kg	26	252	0,025	73,8	73,3	109,5
Cadmio ug/kg	26	5 010	ND	1 831	1 818	89,4

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Zinc	Cerdos	Aves	Ovejas	Bovinos
Oxido de Zinc %	92	67	80 - 74	98
Zinc Metionina %	95	108	-	100
Zinc Lisina %	89	-	-	107
Zinc Quelato %	102	-	-	93

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

SAL (CLORURO DE SODIO)

El cloruro de sodio se obtiene de depósitos subterráneos de sal gema, de las salmueras y del agua de mar (sal marina). Las etapas de proceso pueden ser: la disolución, evaporación, lavado, separación, secado, calibrado, rectificado, entre otros.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	18	99,9	71,7	100	96,4	7,1
Sodio	18	41,5	26,7	39,0	37,6	9,3
Cloruros	18	99,8	87,4	99,8	96,3	3,8
Arsénico	18	231	ND ^b	105,5	101,7	71,1
Mercurio	18	157	ND	76,6	73,8	68,2
Plomo	18	0,73	ND	0,27	0,26	96,2
Cadmio	18	1580	ND	238,6	230	217,8

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Sodio	Cerdos	Aves	Rumiantes
Sal %	100	100	-

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

SELENITO DE SODIO 1%

El ácido selenioso, formado por la oxidación del selenio elemental, se neutraliza con hidróxido de sodio. La solución de selenito de sodio resultante se seca por el proceso de aspersión y pulverización.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca %	7	99,9	99,0	100	99,7	0,29
Selenio %	7	3,6	0,91	1,6	1,6	60,0
Sodio %	7	5,5	0,21	1,3	1,3	146,2
Arsénico ug/kg	7	2 840	ND ^b	1 087,4	1084,1	140,3
Mercurio ug/kg	7	330,7	33,4	170,1	169,6	61,9
Plomo mg/kg	7	83,5	ND	14,3	14,3	237,1
Cadmio ug/kg	7	1 100	ND	589,3	587,5	80,0

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Selenio	Cerdos	Aves	Ponedoras	Rumiantes
Selenito de Sodio %	100	92 - 100	100	100
Selenito de Calcio %	102	104	-	152
Selenio Metionina %	102	78	100	124

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

SELENITO DE SODIO 45 %

El ácido selenioso, formado por la oxidación del selenio elemental, se neutraliza con hidróxido de sodio. La solución de selenito de sodio resultante se seca por el proceso de aspersion y pulverización.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca %	6	99,9	99,5	100	99,7	0,21
Selenio %	6	47,7	41,6	44,0	43,9	6,8
Sodio %	6	27,8	19,0	23,2	23,1	13,9
Arsénico ug/kg	6	4 460	ND ^b	2 139,6	2 133,2	95,5
Mercurio ug/kg	6	462,1	93,9	254,7	253,9	61,4
Plomo mg/kg	6	8,2	ND	3,1	3,1	142,6
Cadmio ug/kg	6	32,0	ND	28,4	28,3	18,4

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Selenio	Cerdos	Aves	Ponedoras	Rumiantes
Selenito de Sodio %	100	92 - 100	100	100
Selenito de Calcio %	102	104	-	152
Selenio Metionina %	102	78	100	124

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

SULFATO DE COBALTO

El cobalto es extraído para lograr el 99,9 por ciento de metal puro, después se transforma en sulfato de cobalto, carbonato de cobalto o sales derivadas, a las que se les da diferentes usos.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	10	98,4	63,2	100	68,1	15,8
Cobalto	10	27,7	19,1	34,8	23,7	14,3
Arsénico	10	1 51,2	ND ^b	135,1	92,0	91,0
Mercurio	10	133,7	28,2	124,8	85,0	36,1
Plomo	10	101	ND	30,4	20,7	216,9
Cadmio	10	4 290	ND	1 611	1 097	146,4

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Cobalto	Cerdos	Corderos	Bovinos
Sulfato de Cobalto Heptahidratado, Grado Reactivo %	-	100	100

- a. Coeficiente de variación de la base fresca
 b. Muestras no detectables en µg/kg
 c. Datos en base fresca

SULFATO DE COBRE

El cobre puro se disuelve en ácido sulfúrico y se cristaliza.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca %	13	99,7	68,6	100	74,1	10,7
Cobre %	13	31,4	22,5	34,4	25,5	9,4
Arsénico ug/kg	13	2 290	ND ^b	717,9	532,0	121,5
Mercurio ug/kg	13	118,3	9,0	91,8	68,0	54,9
Plomo mg/kg	13	39,8	ND	15,1	11,2	109,8
Cadmio ug/kg	13	582,7	ND	280,2	207,6	96,2

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Cobre	Cerdos	Aves	Ovejas	Bovinos
Sulfato de Cobre Pentahidratado %	100	100	121	100
Oxido de Cobre %	74	24	35	76
Cobre Lisina %	94	99,5	81	104
Cobre Metionina %	100	91	-	-
Cobre Quelato %	-	96	-	-

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

SULFATO DE HIERRO

El sulfato de hierro es un subproducto de la producción de dióxido de titanio o de la producción de acero. Para su uso como ingrediente en la alimentación animal, se seca o se trata con antiapelmazantes para asegurar la estabilidad y las propiedades de fluidez.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	12	99,1	62,0	100	77,7	24,0
Hierro	12	36,5	15,0	30,1	23,4	25,0
Arsénico	12	12 750	ND ^b	3 425	2 661,6	154,2
Mercurio	12	1 439	15,0	278,1	216,1	178,9
Plomo	12	393	ND	55,2	42,9	271,8
Cadmio	12	426,5	ND	219,7	170,7	93,0

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Hierro	Cerdos	Aves	Rumiantes
Sulfato de Hierro Heptahidratado Grado Reactivo %	100	100	-
Sulfato de Hierro Monohidrato Grado Reactivo %	100	100	-
Sulfato de Hierro Grado Alimenticio%	-	91	-

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

SULFATO DE MAGNESIO

El magnesio proveniente de las salmueras se precipita como hidróxido de magnesio por medio de la adición de sosa cáustica o cal, a continuación se hace reaccionar con ácido sulfúrico para producir sulfato de magnesio.

También el sulfato de magnesio se puede fabricar a partir del óxido de magnesio o hidróxido de magnesio que se hacen reaccionar con el ácido sulfúrico.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a	
				Base seca	Base Fresca		
Materia seca	%	14	99,9	57,5	100	63,8	6,8
Magnesio	%	14	11,7	7,0	13,9	8,9	13,5
Arsénico	ug/kg	14	784,7	ND ^b	571,9	364,9	96,0
Mercurio	ug/kg	14	164,1	5,0	140,9	89,9	42,5
Plomo	mg/kg	14	33,2	ND	8,0	5,1	243,1
Cadmio	ug/kg	14	569,4	ND	206,7	131,9	185,7

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Magnesio	Cerdos	Aves	Rumiantes ^c
Sulfato de Magnesio Grado Reactivo %	-	-	96
Sulfato de Magnesio Heptahidratado %	-	-	96

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

SULFATO DE MANGANESO

El sulfato de manganeso puede ser fabricado mediante la disolución del carbonato de manganeso natural o por la reducción del óxido de manganeso en ácido.

Algunos sulfatos de manganeso se originan de la producción de aldehído anísico.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	12	99,9	99,5	100	96,3	12,7
Manganeso	12	40,3	25,0	30,2	29,1	16,2
Arsénico	12	1 560	ND ^b	495,4	477,1	121
Mercurio	12	163,4	6,2	76,5	73,7	61,3
Plomo	12	5,0	ND	1,8	1,7	137,1
Cadmio	12	3 570	ND	1 082	1 042	133,3

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Manganeso	Cerdos	Aves	Ovejas	Rumiantes ^c
Oxido de Manganeso Grado Reactivo %	100	100	-	100
Oxido de Manganeso Grado Alimenticio %	-	-	58	91
Sulfato de Manganeso	-	100	100	-
Manganeso – Metionina %	-	93	-	113
Manganeso – Proteinato %	-	95	-	-

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

SULFATO DE ZINC

El sulfato de zinc es generalmente fabricado a partir de fuentes secundarias de zinc. En este caso, el zinc se disuelve en ácido sulfúrico, el precipitado se seca por pulverización.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca %	14	99,9	99,7	100	99,9	0,14
Zinc %	14	43,2	25,1	32,8	32,8	14,3
Arsénico ug/kg	14	1 980	ND ^b	540,3	539,8	178
Mercurio ug/kg	14	179,1	ND	94,3	94,2	46
Plomo mg/kg	14	0,70	ND	0,31	0,31	77,4
Cadmio ug/kg	14	125,7	1,8	2 681,3	2 678,6	126,4

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Zinc	Cerdos	Aves	Ovejas	Bovinos
Sulfato de Zinc Hidratado Grado Reactivo %	100	100	-	100
Sulfato de Zinc Monohidratado Grado Alimenticio %	-	87	83	99
Zinc Metionina %	95	108	-	100
Zinc Lisina %	89	-	-	107
Zinc Quelato %	102	-	-	93

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

YODATO DE CALCIO

La mayoría del yodo disponible en el mercado mundial se produce a partir de salmuera extraída de campos de gas natural, otras fuentes provienen de los depósitos de nitrato.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	4	99,8	99,6	100	99,6	0,39
Yodo	4	64,7	50,3	60,4	60,2	11,2
Arsénico	4	451,4	ND ^b	362,2	360,8	37,6
Mercurio	4	334,0	ND	246	245	45,5
Plomo	4	0,42	0,008	0,13	0,13	153,8
Cadmio	4	46,5	ND	38,9	38,7	25,3

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Yodo	Cerdos	Aves	Rumiantes
Yoduro de Potasio %	100	-	100
Yodato de Calcio %	-	-	106

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

YODURO DE POTASIO

Una de las fuentes de producción de yodo se encuentra en los depósitos de nitratos o salitre en que aparece en estratos denominados costra y caliche, presentándose en forma de yoduro, yodatos de sodio, calcio, potasio y como yodocromato de sodio.

Nutriente	Muestras	Máximo ^c	Mínimo ^c	Promedio		C.V. ^a
				Base seca	Base Fresca	
Materia seca	3	99,8	99,4	100	99,6	0,18
Yodo	3	74,9	62,9	71,0	70,7	9,5
Potasio	3	19,8	19,7	19,9	19,8	0,36
Arsénico	3	509,6	ND ^b	334,4	333,1	75,0
Mercurio	3	119,4	10,3	54,1	53,9	107,1
Plomo	3	252,1	ND	126,5	126,1	141,3
Cadmio	3	823,3	35,0	307,2	306,0	146,4

Valor Biológico Relativo (VBR)

Fuentes de Yodo	Cerdos	Aves	Rumiantes
Yoduro de Potasio %	100	-	100

a. Coeficiente de variación de la base fresca

b. Muestras no detectables en µg/kg

c. Datos en base fresca

AMINOACIDOS INDUSTRIALES

Nutriente ²	L -lisina	Sulfato de lisina	DL- Metionina	L- Treonina	L - Valina	L- Taurina	L- Triptófano	MHA ¹
Numero de muestras	35	12	32	30	9	11	11	15
Materia Seca %	98,9	96,0	99,5	99,5	99,8	99,9	99,6	99,0
Proteína Cruda ⁴ %	76,3	68,0	56,9	72,8	73,2	73,3	79,9	- ³
Lisina %	77,2	58,8						
Metionina %			95,9					
Treonina %				95,5				
Valina %					96,2			
Taurina %						99,3		
Triptófano %							96,7	
MHA %								82,6
Calcio %								13,0
Arsénico ug/kg								183,6
Mercurio ug/kg								99,5
Cadmio ug/kg								275,3
Plomo mg/kg								336,1
Energía Bruta kcal/kg ⁶	4 842	4 427	5 243	4 281	5 941	3 903	5 960	4 319
E.D. ¹¹ Cerdos kcal/kg	4 842	4 427	5 243	4 281	5 941	3 903	5 960	4 319
E.N. ¹² Cerdos kcal/kg	3 692	3 376	3 998	3 264	4 530	2 976	4 545	3 293
E.D. Conejos kcal/kg	4 842	4 427	5 243	4 281	5 941	3 903	5 960	4 319
E.D. ⁵ Gatos kcal/kg	4 256	3 891	4 609	3 763	5 222	3 431	5 239	3 796
E.M. ⁵ Gatos kcal/kg	3 669	3 368	4 170	3 202	4 658	2 866	4 624	- ³

1. Metionina hidroxianaloga.

2. Datos en base seca..

3. Este producto no contiene nitrógeno, por lo tanto no se puede cuantificar el contenido de proteína cruda ni estimar la energía metabolizable para gatos.

4. Estos aminoácidos industriales no son fuentes de proteína cruda, pero este valor sirve para considerar el aporte de nitrógeno que se hace al alimento balanceado.

5,11,12. En el anexo se encuentran las ecuaciones que se usaron para la estimación de los contenidos de energía de cerdos y gatos. Para conejos se asume que la energía digestible es igual a la energía bruta.

6. Los contenidos de energía bruta en estos aminoácidos no son estimados sino obtenidos por análisis químico.

Esta información parte del supuesto de que los aminoácidos industriales obtenidos por síntesis o fermentación son digeridos completamente por las especies de animales monogástricos, según lo establece las tablas de composición del INRA 2004.

Bibliografía

A.W. Jongbloed & P.A. Kemme, G. De Groote & M. Lippens, F. Meschy. Bioavailability of Major and Trace Minerals. International Association of the European (EU) Manufacturers of Major, Trace and Specific Feed Mineral Materials (EMFEMA). 1-113.

G. Cano-Sancho, J. Rovira, G. Perelló, I. Martorell, N. Tous, M. Nadal, J.L. Domingo. Extensive Literature Search on the bioavailability of selected trace elements in animal nutrition: Incompatibilities and interactions. Universitat Rovira i Virgili, Reus, Spain. EFSA supporting publication 2014:EN-565. 1-1136

Jan De Mol. (1994). Raw Material Compendium. Novus International Inc.

Directive 2010/6/EU of 9 February 2010 amending Annex I to Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council as regards mercury, free gossypol, nitrites and *Mowrah*, *Bassia*, *Madhuca*. Official Journal of the European Union. (2010) 30-32.

Directiva 2005/87/CE de la Comisión de 5 de diciembre de 2005 que se modifica el anexo I de la Directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre sustancias indeseables en la alimentación animal, en lo referente al plomo, el flúor y el cadmio. Diario Oficial de las Comunidades Europeas (2005) 19-24.

Directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 7 de mayo de 2002 sobre sustancias indeseables en la alimentación animal. Diario Oficial de las Comunidades Europeas (2002) 10-21.

Mercury as Undesirable Substance in Animal Feed Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *The EFSA Journal* (2008) 654, 1-76.

Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the commission related to Arsenic as Undesirable Substance in Animal Feed. *The EFSA Journal* (2005) 180, 1-35.

Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the commission related to Cadmium as Undesirable Substance in Animal Feed. *The EFSA Journal* (2004) 72, 1-24.

Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to Lead as Undesirable Substance in Animal Feed. *The EFSA Journal* (2004) 71, 1-20.

Sauvant Daniel, Jean-Marc Pérez y Gilles Tran. (2004). Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero. Mundi-Prensa.

Vargas González Emilio. (1984). Tabla de Composición de Alimentos para animales de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Van Paemel Marleen, Noël Dierick, Geert Janssens, Veerle Fievez, Stefaan de Smet. Technical Report Submitted to EFSA Selected trace and Ultratrace Elements: Biological Role, Content in Feed and Requirements in Animal Nutrition – Elements for Risk Assessment. Laboratory of Animal Nutrition. Faculty of Veterinary Medicine. Ghent University. 1-1132

World's Poultry Science Association.(1989). European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs. 1-13.
Consultado el 14 de Abril de 2007. <http://poultry.huv.slu.se/hen/WPSA/>.

ANEXO

ESTIMACION DE ENERGIAS

Porcinos:

$$CTND^{10} = CED^{10} / 44,09$$

$$ED^{11} = EB \quad (\text{ecuación aplicada a los aminoácidos industriales})$$

$$EN^{12} = (0.85 * 0.65 * ED^{11}) + (0.60 * 0.35 * ED) \quad (\text{ecuación aplicada a los aminoácidos industriales})$$

Gatos:

$$dEB^1 = 87,9 - 0,88 * FC$$

$$ED^2 = EB * dEB/100$$

$$EM^3 = EB - 7,7 * PC$$

Límites Máximos Permitidos por la Unión Europea para contenidos de Metales Pesados en Fuentes Minerales con contenidos de humedad máximo de 12¹ % (año 2005 y 2015)

Materia Prima	Arsénico	Mercurio	Plomo	Cadmio
	µg/kg	µg/kg	mg/kg	µg/kg
Sulfato de Cobre	50 000	200	20	10 000
Oxido de Zinc	100 000	200	400	30 000
Oxido de Cobre	100 000	200	30	30 000
Oxido de Manganeso	100 000	200	200	30 000
Oxido de Magnesio	20 000	200	100	10 000
Carbonato de Calcio	15 000	300	20	10 000
Carbonato de Hierro	30 000	200	200	10 000
Fosfatos	30 000	200	100	10 000
Las demás materias primas	30 000	200	100	10 000

1. La directiva define como ración diaria: la cantidad total de alimentos, calculada sobre la base de un contenido de humedad del 12%.