

I CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE VETERINARIOS DE PORCINO

ZARAGOZA DEL 5 AL 6 DE NOVIEMBRE 2008

TALLERES

PATOLOGÍA DE LA NUTRICIÓN

ANTONIO PALOMO YAGÜE



SEMINARIO PATOLOGÍA DE LA NUTRICIÓN

PROF. DR. ANTONIO PALOMO YAGÜE

SETNA NUTRICIÓN - INZO IN VIVO. DIRECTOR DIVISIÓN PORCINO. ANTONIOPALOMO@SETNA.COM

INTRODUCCIÓN

Muchos de los problemas multifactoriales que tenemos en nuestras granjas porcinas son la consecuencia de causas sanitarias y nutricionales conjuntas. En ocasiones, la percepción y la realidad de dichos problemas se difuminan por una escasa comunicación entre productor, responsable de explotación y nutricionista.

La relación coste/beneficio de una buena información bien presentada y tratada es mucho mayor que la de cualquier medicación y, sin duda, la combinación de una buen diagnóstico del problema sanitario con una nutrición adaptada y un programa terapéutico bien definido nos dará lugar a evitar pérdidas económicas en la producción.

Desde hace tiempo, se conocen las correlaciones de muchos procesos infecciosos con sus repercusiones económicas negativas derivadas de penalizaciones en los parámetros productivos (ganancia media diaria, índice de conversión, morbilidad y mortalidad); pero las complejas interacciones entre el sistema inmune y su impacto sobre otros mecanismos fisiológicos (inmunofisiología) del sistema nervioso central, endocrino y cardiovascular, son de conocimiento más reciente. Sin duda, estos cambios fisiológicos modifican las necesidades nutricionales de los cerdos, tanto para su mantenimiento como para su producción.

La respuesta metabólica del organismo a una agresión patológica incluye dos categorías :

- Inespecífica o inmediata (respuesta de fase aguda) con liberación de lisozima, macrófagos, neutrófilos y hormonas inmunorreguladoras.
- Específicas a través de mediadores proteicos llamados citoquinas (interleukinas, INFs, quimiocinas y factores del crecimiento), que activan componentes humorales (AC) y celulares (células fagocitarias).

Un sistema inmune activado puede afectar de forma adversa a los rendimientos productivos del animal como consecuencia de la elevación del metabolismo basal con incremento del catabolismo muscular (proteólisis), gluconeogénesis, aumento de la síntesis hepática de proteínas de fase aguda, aumento de la excreción de nitrógeno, inhibición de la síntesis de hormonas anabólicas.

Así, resumiendo 25 trabajos científicos sobre el impacto sobre la producción de ciertas patologías tendríamos :

- Reproductoras: reducción del consumo y producción lechera hasta un 30%, aumento desechos por trastornos locomotores y aumento de la mortalidad (más de un 50%).
- Lechones: reducción de la ganancia media diaria de entre 3-35%, aumento del índice de conversión de 6-25% y aumento de la mortalidad (más del 50%).
- Engorde: reducción de la ganancia media diaria e índice de conversión entre 5-24%. Se determina un aumento de necesidades energéticas del 30% y una reducción en la retención proteica del 90%.

De esta forma, no solamente se verán afectadas las necesidades nutricionales de forma lineal según la caída del consumo, sino que debemos destacar una partición de nutrientes.

La actividad inmunológica reduce la capacidad de deposición proteica de forma que si según genéticas su potencial de deposición diaria varía, las exigencias de aminoácidos también serán variables.

Debemos considerar que a partir de un cierto nivel de inclusión los animales con su sistema inmune activado no responden más al aumento de ingestión de lisina y no puede depositarlo por su menor potencial derivado del anabolismo muscular.

Se sabe que hay una relación cuadrática entre el nivel de lisina y el nivel de activación del sistema inmune sobre la ganancia media diaria y eficacia alimenticia. De esta forma, cerdos con su siste-

ma inmune poco activado responden mejor al incremento de niveles de lisina, no por una mayor eficacia en la utilización de los aminoácidos o energía de la dieta, sino a un mejor potencial de deposición proteica en relación con cerdos con patologías (sistema inmune activado).

Como conclusión importante, los cerdos con alta sanidad tienen mayores exigencias de determinados nutrientes (aminoácidos, fósforo, niacina, fólico, riboflavina, pantoténico y vitamina B12). A pesar de todo, se considera que, una vez los cerdos superan el estrés inmunitario, pueden desarrollar un crecimiento compensatorio en el que las necesidades porcentuales en aminoácidos son superiores.

Las recomendaciones dietéticas generales, las especificaciones y programas nutricionales pueden no ser las óptimas para diferentes granjas en diferentes momentos y circunstancias sanitarias. Con ello, la interacción patología-nutrición es esencial a la hora de considerar y realizar un plan nutricional. Para ello considero que debemos tener en cuenta en cada fase productiva una serie de datos que de forma breve reflejo en la tabla 1.

Tabla 1. Datos que hay que tener en cuenta en cada fase productiva para diseñar un plan nutricional.

FASE PRODUCTIVA (base genética)	IMPORTANTE A CONSIDERAR	PREGUNTAS
<u>REPRODUCTORAS</u>	Distribución censo por ciclos Porcentaje de renuevo Porcentaje de mortalidad Prolificidad Destetados vivos Condición corporal al parto Condición corporal al destete Peso del lechón al nacimiento Fertilidad por ciclos Días no productivos Intervalo destete cubrición Nulíparas: edad, peso a cubrición y grasa dorsal Dietas de renuevo	Duración de la lactación Consumo pienso cerda/día Pico consumo en lactación Plano nutricional Comidas diarias Presentación del pienso Densidad de piensos Tipos de comederos Tipos de bebederos Condición piel y pelo Calidad y cantidad de agua
<u>LECHONES</u>	Apariencia física (piel, pelo) Actividad social de los lechones Actividad sobre comederos Actividad sobre bebederos Plan nutricional por edad (peso y consumos) Consumo semanal posdestete Presentación piensos (harina, granulado o papilla)	Tipo comedero Tipo bebedero Acceso al agua y caudal Sistema de ventilación Condiciones climáticas Porcentaje de colas: manejo Densidades y lotes Porcentaje de mortalidad
<u>ENGORDE</u>	Potencial genético Deposición proteica de crecimiento Consumo medio diario Apariencia física de cerdos Actividad del lote, sobre comederos y bebederos Fases de piensos por edad, peso y consumos Presentación del pienso	Tipo de comedero Tipo de bebedero Acceso al agua Condiciones climáticas Densidades y lotes Lote de retrasados y enfermos Porcentaje de mortalidad y momento de las bajas

Los programas nutricionales que debemos diseñar para tratar de tener sinergias positivas entre la nutrición y la sanidad de nuestras granjas para optimizar los rendimientos productivos pueden ser clasificados en tres grupos de respuestas nutricionales, como son:

- **AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA** ante agresiones patológicas, analizando las fuentes energéticas, antioxidantes y ácidos omega-3, entre otros.
- **PREVENCIÓN DE LAS ENFERMEDADES:**
 - Dietas digestibles.
 - Ausencia de factores antinutricionales y sustancias indeseables.
 - Minimizar las contaminaciones microbianas y fúngicas de pienso y agua.
 - Equilibrio vitamínico y mineral.
 - Presentación física del pienso y tamaño de partículas.
 - Reducción de polisacáridos no amilaceos.
 - Alimentación líquida y/o piensos fermentados.
 - Ácidos orgánicos, enzimas y ácidos grasos de cadena media.
- **AUMENTO DE RESISTENCIA A ENFERMEDADES:**
 - Mananooligosacáridos (MOS).
 - Inmunomoduladores.
 - Proteína de plasma.
 - Harina de huevo con inmunoglobulinas.
 - Probióticos, prebióticos y simbióticos, entre otros.

La nutrición puede inducir cambios agudos y crónicos en el área reproductiva de las cerdas (Foxcroft et al., 1997). Está bien documentado como la nutrición de las cerdas gestantes tiene un impacto importante en la producción lechera. Las cerdas grasas a parto tienen un consumo de pienso voluntario inferior durante la lactación, resultando en una excesiva pérdida de peso derivada de tejidos corporales (grasa y músculo) al destete.

La ganancia y pérdida de peso durante la gestación y lactación respectivamente es de todos conocido cómo repercute de forma directa sobre los parámetros reproductivos.

La pérdida de peso durante la lactación tiene un efecto cuadrático ($P < 0,01$) en el intervalo destete cubrición (IDC), en la fertilidad y fertilidad de siguientes partos.

Dentro de la adecuada condición corporal de las cerdas valoramos conjuntamente su valor de grasa dorsal y de músculo, teniendo este segundo gran valor en las cerda magras que tenemos actualmente en nuestras granjas.

Dentro de las reservas grasas disponemos de mucha más información, por lo que voy a apuntar algunos datos sobre el metabolismo proteico de las reproductoras. El exceso de aminoácidos en las dietas normalmente no se almacena en el cuerpo y se pierde mediante un proceso oxidativo irremediable en forma de metabolitos nitrogenados. Así, los aminoácidos deben ser añadidos diariamente en la dieta. Éstos son el soporte del crecimiento fetal y de la producción lechera.

Los requerimientos de aminoácidos en cerdas gestantes son mayores en cerdas jóvenes que en adultas, al tiempo que las necesidades de los mismos varían a lo largo de la gestación. Sirva de ejemplo que las necesidades diarias de lisina son de 6,83 y 15,26 gramos durante los primeros 70 días de gestación y entre éstos y el momento del parto respectivamente. Decir también cómo, además de que la lisina es el aminoácido limitante, la arginina juega un papel esencial en el desarrollo fetal (el líquido amniótico tiene de 4-6 mM de dicho aminoácido).

Los requerimientos de aminoácidos en cerdas lactantes están directamente orientados a la síntesis de proteína de la leche de la cerda, que contiene 5,25% en cerdas adultas y mantiene una

composición constante en la segunda y tercera semana de lactación.

La producción lechera está directamente correlacionada con el peso de la camada al destete. Al mismo tiempo, el incremento del tejido mamario se ve afectado por la ingesta de aminoácidos y energía durante la lactación.

Debemos tener muy en cuenta que la producción lechera no se ve afectada por restricciones moderadas de proteína, ya que las cerdas son capaces de movilizar reservas proteicas (especialmente proteínas de la musculatura esquelética), para cubrir las necesidades de aminoácidos para la síntesis proteica láctea, lo que determina peores datos reproductivos en el siguiente ciclo. En estos casos los aminoácidos más a tener en cuenta son la lisina, treonina y valina.

Los requerimientos vitamínicos y minerales de nuestras cerdas actuales son esenciales, y sus deficiencias nos crean además de pérdidas de productividad a veces difícilmente cuantificables, ciertos problemas sobre la salud de las reproductoras. También repasaremos las funciones de cada uno de los minerales y vitaminas esenciales en la nutrición de la cerda.

NUTRICIÓN MINERAL EN PORCINO

Todas las estimaciones sobre las necesidades de minerales están basadas en datos empíricos sobre estudios de investigación.

Hay unas 533 publicaciones sobre necesidades de minerales en la literatura. Sobre muchos de los mismos, los estudios de requerimientos son escasos o inexistentes. En otros casos, los datos son confusos y su interpretación es difícil. En el caso del yodo, las estimaciones para unas fases se hacen extensivas de otras (cerda vs. cerdos engorde).

En muchas ocasiones, el estudio de necesidades no ha tenido en consideración la biodisponibilidad de los fuentes minerales.

Los requerimientos deben haber obviamente cambiado en los últimos veinte años por la mejora genética, condiciones ambientales y sanitarias de las explotaciones actuales, en las cuales los consumos diarios y consumos para reponer un kilogramo de carne se han reducido ostensiblemente.

En términos globales, el contenido mineral de las dietas en estas dos décadas se ha visto aumentado en niveles de zinc y selenio, habiéndose reducido en los de yodo y cobalto.

Determinamos dos grandes grupos de minerales en la nutrición porcina:

- Macrominerales: calcio, fósforo, sodio y cloro.
- Microminerales: hierro, cobre, zinc, manganeso, selenio, yodo, cobalto y cromo (no permitido en la normativa europea).

Calcio

- La mayoría del calcio del cerdo está en su esqueleto (99%).
- Necesario para desarrollo osteoesquelético, contracción muscular, funcionalidad nerviosa y sistema circulatorio.
- Los cereales y proteínas vegetales tienen bajos niveles de calcio.
- Las deficiencias originan problemas locomotores, nerviosos y musculares.
- El exceso de calcio reduce la disponibilidad de zinc y produce descensos significativos de consumo de alimentos con retraso de crecimiento.

Fósforo

- La mayoría del fósforo del cuerpo está en el esqueleto (80%).



protección de por vida

Proteja temprano - gane de por vida

- Inmunidad con una sola dosis
- La vacunación más temprana: desde la primera semana de vida
- Instauración rápida de la inmunidad en dos semanas
- Inmunidad de por vida



Salud Animal



Stellamune® Uno

Control precoz de *Mycoplasma*

Stellamune® UNO. Composición: *Mycoplasma hyopneumoniae* inactivado, cepa NL 1042, entre 4,5 y 5,2 log₁₀ URE con el adyuvante microoleoso Amphigen®.

Especie de destino: cerdos. **Indicaciones de uso:** para la inmunización activa de lechones desde la primera semana a fin de reducir lesiones pulmonares causadas por la infección de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de cebo. Se ha demostrado una duración de inmunidad de, al menos, 25 semanas. Para la inmunización activa de lechones desde tres semanas de edad, a fin de reducir lesiones pulmonares, toses y pérdidas de ganancia de peso causadas por la infección de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de cebo. La inmunidad se establece 2 semanas después de la vacunación. **Contraindicaciones:** no usar durante la gestación y la lactancia. **Incompatibilidades:** no debe mezclarse con ninguna otra vacuna o producto inmunológico. **Tiempo de espera:** cero días. **Precauciones:** en caso de autoinyección accidental acudir inmediatamente al médico. **Posología:** una única dosis de 2 ml. vía intramuscular, desde la 1ª semana de vida. La vacunación debe hacerse antes del periodo de riesgo; la infección se produce normalmente en el primer mes de vida.

Precauciones de conservación: mantener entre +2°C y + 8°C. Proteger de la luz. No congelar **Comercializado por:** Pfizer Salud Animal, Pfizer S.A. Avda de Europa 20 B, Parque Empresarial La Moraleja, 28108 Alcobendas (Madrid). REGISTRO N° 1.455. Con receta veterinaria. Stellamune® UNO, Stellamune® Mycoplasma y Amphigen® son marcas registradas de Pfizer Inc.

- Envuelto en el desarrollo osteoesquelético, nervioso y metabolismo energético.
- Los cereales y proteínas vegetales son deficientes en fósforo, teniendo dos terceras partes del mismo en forma de fitatos.
- La deficiencia provoca desmineralización (problemas de aplomos) y deficiente crecimiento.

Sodio-cloro

- Relacionados con el mantenimiento de la presión osmótica en los fluidos corporales (equilibrio electrolítico). El sodio interviene en el sistema nervioso y el cloro en la producción de clorhídrico en el estómago.
- Los cereales y proteínas vegetales son deficientes en ambos minerales.
- Su deficiencia provoca depresión del consumo y del crecimiento.
- El exceso de sodio provoca intoxicaciones por depravación de agua con signos nerviosos y muerte.

Hierro

- Es el micromineral más abundante en el cuerpo del cerdo, formando el 60% de la hemoglobina.
- Necesario para muchas reacciones celulares redox y la inmunidad.
- Antagonista con la absorción del cobre.
- Las materias primas de origen vegetal y animal (excepto los productos lácteos) son ricas en hierro.
- Su deficiencia determina cuadros de anemia, pérdida de apetito, letargia, disnea, diarrea, palidez de mucosas y mortalidad.

Cobre

- Relacionado con enzimas necesarias para el transporte y metabolismo del hierro, formación de colágeno, melanina e integridad del sistema nervioso.
- Necesario para la integridad de la mucosa intestinal y el crecimiento de los tejidos. Protege los tejidos corporales del estrés oxidativo e interviene en el estatus inmunitario del lechón.
- Determina parte del olor característico de las heces.
- Antagonismo con elevados niveles de zinc. El exceso de molibdeno reduce la retención de cobre. El exceso de cobre reduce la retención de fósforo, aumenta la insaturación de grasa de cobertura, acumulándose en hígado y riñones.
- Los cereales, leguminosas y productos lácteos son pobres en cobre.

Zinc

- Necesario para la replicación celular, desarrollo de huesos y cartílagos y desarrollo de la inmunidad (fagocitosis celular).
- Interviene en la regulación del apetito y es antagonico con niveles altos de calcio.
- Los subproductos de cereales son una buena fuente de zinc.
- La deficiencia de zinc determina retraso del crecimiento, dermatitis, mala calidad del pelo y problemas reproductivos.

Manganeso

- Dicho mineral está distribuido en bajas concentraciones en los tejidos corporales.
- Interviene en actividades enzimáticas, crecimiento óseo, metabolismo de lípidos e hidratos de carbono; así como en la funcionalidad reproductiva tanto de hembras como de machos.
- Interacciona con los neutrófilos y macrófagos, del sistema inmunitario.
- Mejora el rendimiento de la canal.

Selenio

- Importante rol en la estructura enzimática del organismo.
- Interviene en el sistema inmunitario con efecto antiinflamatorio y antioxidante.
- Influye en la maduración espermática y, por lo tanto, en la fertilidad.
- Efectos tóxicos agudos a partir de 20 ppm y por acumulación a partir de 10 ppm.

Yodo

- El contenido en piensos es muy variable.
- Su deficiencia determina problemas de bocio y fallos reproductivos.

Cobalto

- Participa en el metabolismo como componente de la vitamina B12.

Ventajas de administrar los minerales en forma orgánica

Dentro de la nutrición mineral y con el objetivo de optimizar los requerimientos de oligoelementos respetando al máximo el medio ambiente tenemos la opción de incorporar los minerales en formas orgánicas en vez de inorgánicas, con las siguientes ventajas ya demostradas:

- 1- Previenen la acumulación de radicales libres.
- 2- Reducen las reacciones de oxidación-redox (Fe, Cu, Zn, Se) aumentando la longevidad de las cerdas reproductoras, reduciendo las muertes súbitas de los lechones posdestete.
- 3- Reducen los nacidos muertos y el splay-legg (Se).
- 4- Mejora del sistema inmunitario, de la respuesta hemoaglutinante y de la actividad fagocitaria.
- 5- Reducen la incidencia de síndrome MMA, aumentando la producción lechera.
- 6- Reducen la contaminación ambiental por la mayor biodisponibilidad de la fuente mineral, lo cual supone una ventaja metabólica (Ej.: cobre y zinc entre 3-4 veces mayor absorción).
- 7- Mejor calidad seminal.
- 8- Mejora la calidad de canal (menos PSE, DFD) y mejor color de la carne.

Tablas de necesidades minerales (www.nap.edu)

- Recomendaciones de minerales en mg/ka de dieta seaún diferentes fuentes.

LECHONES	INRA 1989	NRC 1998	HYPOR 1999	NSU 2000	KSU 2003	BSAS 2003
hierro	100	100	80	90-150	150	120
COBRE	10	6	10	6-15	15	6
ZINC	100	100	70	90-150	100	100
MANGANESO	40	4	4	3-40	36	30
SELENIO	0,3	0,3	0,3	0,3	0,27	0,20
YODO	0,6	0,14	0,50	0,15-0,50	0,27	0,20
COBALTO	0,3	--	0,25	--	--	0,20

ENGORDE	INRA 1989	NRC 1998	HYPOR 1999	NSU 2000	KSU 2003	BSAS 2003
hierro	80	60	60	70-150	150	80
COBRE	10	4	10	4-15	15	6
ZINC	100	60	60	70-150	150	100
MANGANESO	40	2	30	3-30	36	30
SELENIO	0,10	0,15	0,20	0,30	0,09	0,20
YODO	0,20	0,14	0,50	0,15-0,50	0,27	0,20
COBALTO	0,10	--	0,20	--	--	0,20

LACTANTES	INRA 1989	NRC 1998	HYPOR 1999	NSU 2000	KSU 2003	BSAS 2003
hierro	80	60	60	80-150	150	80
COBRE	10	5	10	5-15	15	6
ZINC	100	50	50	80-150	150	80
MANGANESO	40	20	40	20-40	36	20
SELENIO	0,10	0,15	0,20	0,30	0,27	0,25
YODO	0,60	0,14	0,75	0,15-0,50	0,27	0,20
COBALTO	0,10	--	0,15	--	--	0,20

B) Requerimientos minerales en alimentación ad-libitum basados en 90% de materia seca - NRC (1998).

PESO VIVO (kg)	3 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 50	50 - 80	80 - 120
CALCIO (%)	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45
FOSFORO T (%)	0,70	0,65	0,60	0,50	0,45	0,40
FOSFORO D (%)	0,55	0,40	0,32	0,23	0,19	0,15
SODIO (%)	0,25	0,20	0,15	0,10	0,10	0,10
CLORO (%)	0,25	0,20	0,15	0,08	0,08	0,08
MAGNESIO (%)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
POTASIO (%)	0,30	0,28	0,26	0,23	0,19	0,17
COBRE (ppm)	6,00	6,00	5,00	4,00	3,50	3,00
YODO (ppm)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
hierro (ppm)	100	100	80	60	50	40
MANGANESO (ppm)	4	4	3	2	2	2
SELENIO (ppm)	0,30	0,30	0,25	0,15	0,15	0,15
ZINC (ppm)	100	100	80	60	50	50

C) Requerimientos minerales en cerdas gestantes y lactantes basados en 90% materia seca - NRC (1998) - Consumo diario de 1,85 y 5,25 kg/cerda.

	GESTANTES (%)	LACTANTES (%)	GESTANTES (g/día)	LACTANTES (g/día)
CALCIO	0,75	0,75	13,9	39,4
FOSFORO T	0,60	0,60	11,1	31,5
FOSFORO D	0,35	0,35	6,5	18,4
SODIO	0,15	0,20	2,8	10,5
CLORO	0,12	0,16	2,2	8,4
MAGNESIO	0,04	0,04	0,7	2,1
POTASIO	0,20	0,20	3,7	10,5
	ppm	ppm	(mg/día)	(mg/día)
COBRE	5	5	9,3	26,3
YODO	0,14	0,14	0,3	0,7
hierro	80	80	148	420
MANGANESO	20	20	37	105
SELENIO	0,15	0,15	0,3	0,8
ZINC	50	50	93	263

D) Rangos de minerales en dietas adicionados en varios paises europeos en mg/kg de pienso.

Rangos de minerales en la dieta según Whittemore et al., 2002

PESO VIVO (kg)	LECHONES <20 kg P.V.	CERDOS CRECIMIENTO	CERDOS FINALIZACIÓN	CERDAS REPRODUCTORAS
ZINC	100-200	100-200	70-150	80-125
MANGANESO	40-50	30-50	25-45	40-60
hierro	80-175	80-150	65-110	80-150
COBRE	6-18	6-12	6-8	6-20
YODO	0,2-1,0	0,2-1,5	0,2-1,5	0,2-2,0
SELENIO	0,2-0,3	0,15-0,30	0,20-0,30	0,20-0,40

Normativa legal de la Unión Europea 25 (DOCE 2003-2004)

Minerales (ppm pienso)	Antes de febrero de 2004	A partir de febrero de 2004
hierro	1.250	750
COBRE	35	25
ZINC	250	150
MANGANESO	250	150
COBALTO	10	2
SELENIO	0,5	0,5
YODO	10	10
MOLIBDENO	2,5	2,5

NECESIDADES VITAMÍNICAS EN PORCINO

Dentro de la nutrición vitamínica en ganado porcino debemos partir de que en los últimos años el progreso genético, con mejores índices de conversión, y los problemas sanitarios que activan el sistema inmune están condicionando este ámbito de la nutrición.

Empezamos con la clasificación de las vitaminas:

- VITAMINAS LIPOSOLUBLES
 - VITAMINA A
 - VITAMINA D3
 - VITAMINA E
 - VITAMINA K
- VITAMINAS HIDROSOLUBLES
 - VITAMINA B1 (TIAMINA)
 - VITAMINA B2 (RIBOFLAVINA)
 - VITAMINA B3 (NIACINA)
 - VITAMINA B5 (ACIDO PANTOTÉNICO)
 - VITAMINA B6 (PIRIDOXINA)
 - VITAMINA B12 (CIANOCOBALAMINA)
 - VITAMINA C (ACIDO L-ASCÓRBICO)
 - VITAMINA H (BIOTINA)
 - ÁCIDO FÓLICO (FOLACINA)

Vitamina A

- Retinol: alcohol insaturado de color amarillo muy susceptible a la oxidación.
- 1 mg retinol equivale a 3.333 UI de vitamina A.
- Se absorbe en duodeno y se acumula el 90% en el hígado.
- Interviene en la visión (rodopsina), formación-protección y actividad secretora de la piel y de las mucosas. Relacionada con la producción de corticoides en las glándulas adrenales por lo que actúa en la resistencia a las enfermedades sobre todo del tracto respiratorio. Esencial para el mantenimiento de la fisiología reproductiva y desarrollo fetal con menor mortalidad embrionaria y mejor peso al destete. Posible función antioxidante interaccionando la vitamina A con el beta-caroteno.
- Las deficiencias provocan infertilidad, abortos, nacidos muertos, débiles y ciegos.

Vitamina D3

- Colecalciferol (D3) y ergocalciferol (D2)
- 1 mg de colecalfiferol equivale a 40.000 UI de Vitamina D. Se puede formar la vitamina D3 a partir del 7-dehidrocolesterol y del ergosterol de origen vegetal.
- Se absorbe en el intestino delgado en la fase micelar y se transporta por la sangre hasta el hígado donde se convierte en 25-hidroxicolecalciferol que es la forma biológicamente activa, distribuyéndose a los órganos diana (intestino y huesos).
- Interviene en el metabolismo del calcio y el fósforo, regulando la formación de la matriz orgánica del esqueleto óseo. Produce RNA mensajero y modula la absorción del magnesio. En

estos últimos años se ha relacionado con la calidad de la carne en cuanto a la mayor retención de agua y la estabilidad del color durante su almacenamiento.

- Su deficiencia provoca disminución en la ganancia media diaria y problemas de osificación con defectos de aplomos.

Vitamina E

- Núcleo hidroquinona o anillo cromanol unido a una cadena isoprenoide que si está saturada es un tocoferol y si está insaturada es un tocotrienol. Conocemos cuatro formas naturales de tocoferoles y otras cuatro de tocotrienoles con actividad Vitamina E (alfa, beta, delta y gamma). La forma sintética se conoce como dl-alfa-tocoferol, que es una mezcla en la misma proporción de isómeros R y S. La mayor actividad está en el isómero alfa, seguido del beta.
- 1 mg de acetato de dl-alfa tocoferol equivale a 1 UI.
- Se absorbe en el intestino por acción de las estearasas, incorporándose dentro de los quilomicrones, vehiculándose en la linfa a través de lipoproteínas. La absorción aumenta con la incorporación de grasa en la ración en particular de triglicéridos de cadena media. Existe una relación directa entre la ingesta y la concentración en los tejidos.
- Permite mantener la integridad estructural de las membranas, el funcionamiento del sistema reproductor, muscular, circulatorio, nervioso e incluso actúa sobre la actividad del sistema inmune. Esto es debido a su actividad antioxidante a nivel de los ácidos grasos poliinsaturados que constituyen los fosfolípidos de membrana.
- Su deficiencia provoca problemas de fertilidad, nacidos muertos, síndrome MMA, debilidad muscular, degeneración muscular, hepatitis, decoloración del tejido adiposo, edema e incluso muerte súbita.

Vitamina K

- La vitamina K (menadiona) es de síntesis con apariencia de aceite viscoso y amarillento. Grupo quinona con dos compuestos naturales como son la filoquinona (K1) y la menaquinona (K2), que se sintetiza por bacterias del aparato digestivo.
- Todas las formas se absorben en el intestino delgado y se convierten en el hígado.
- Necesaria para la síntesis de protrombina con papel en la coagulación sanguínea. Podría estar relacionada con el metabolismo del calcio.
- Su deficiencia retrasa el tiempo de coagulación de la sangre y produce anemia. Existen agentes con actividad antivitamina K como son el dicumarol, algunas micotoxinas y algunos agentes antimicrobianos.

Contenido de vitaminas liposolubles en diferentes materias primas

VITAMINA LIPOSOLUBLE	MATERIA PRIMA	CONTENIDO (mg/kg)
VITAMINA A	ORIGEN ANIMAL	Elevada cantidad
	ORIGEN VEGETAL	En forma provitamina
VITAMINA D3	ORIGEN ANIMAL	Baja cantidad
	ORIGEN VEGETAL	No se encuentra
VITAMINA E	ORIGEN VEGETAL	Muy abundante
	CEBADA	35-40
	SOJA INTEGRAL	50
	TORTA DE SOJA	10
VITAMINA K	ALFALFA DESHIDRATA	10
	CEREALES	0,2-0,3
	HARINA PESCADO	2

Contenido de vitaminas hidrosolubles en diferentes materias primas

VITAMINA HIDROSOLUBLE	MATERIA PRIMA	CONTENIDO (mg/kg)
VITAMINA B1 (TIAMINA)	CEREALES	3-6
	SALVADO DE TRIGO	7-20
	SOJA INTEGRAL	7
	GUISANTES	2
VITAMINA B2 (RIBOFLAVINA)	CEREALES	1,0-1,4
	SORGO - ARROZ	4
	SALVADO TRIGO	3
	HARINA GIRASOL	7
	SOJA INTEGRAL	2,6
	HARINA PESCADO	5-10
	SUERO LACTEO	28
VITAMINA B3 (NIACINA)	MAIZ	20
	TRIGO	60
	SALVADO TRIGO	300
	SOJA	20-60
	GIRASOL	200
	HARINA PESCADO	50-150
	CEREALES	10
VITAMINA B5 (ACIDO PANTOTÉNICO)	SALVADO TRIGO	18-30
	GIRASOL	10
	GUISANTE	5
	ALFALFA	30
	HARINA PESCADO	10-20
	MAIZ	6
	CEBADA - SORGO	3
VITAMINA B6 (PIRIDOXINA)	HARINA PESCADO	4
	SUERO LACTEO	10 microg/kg
	HARINA PESCADO	500 microg/kg
VITAMINA B12 (CIANOCOBALAMINA)	CEREALES	0,4
	SALVADO TRIGO	1,8
	HABA SOJA	3,5
	HARINA PESCADO	0,2-1,0
ACIDO FÓLICO		-
ACIDO ASCÓRBICO		-
BIOTINA	CEREALES	0,1-0,2
	LEGUMINOSAS	Elevada cantidad

Vitamina B1

- Molécula de pirimidina unida a otra de tiazol por un grupo metilo. Muy soluble en agua y sensible a los álcalis.
- Se absorbe a nivel del duodeno y se concentra en el hígado (reservas que se gastan rápidamente) y a nivel tisular (donde persiste hasta dos meses).
- Esencial en la síntesis de coenzima A, de la ribosa para la formación de los nucleótidos y en la síntesis de valina. Interviene en la fisiología del sistema nervioso participando en la formación de los neurotransmisores y en el transporte de sodio; además de participar en los procesos de obtención de la energía por la neurona.
- Su deficiencia provoca síntomas inespecíficos como anorexia, retraso del crecimiento, debilidad muscular, disfunción del sistema nervioso y muerte súbita por paro cardíaco. También puede verse afectada la lipogénesis.

Vitamina B2

- Núcleo de dimetil isoaloxacina combinado con ribitol. Sustancia de color amarillenta estable al calor. En solución acuosa es sensible a la luz visible y ultravioleta (atención en alimentación líquida).
- La mayor parte se acumula en el hígado. El flujo uterino durante las primeras semanas de gestación contiene una elevada concentración de riboflavina.
- La riboflavina se combina con el ácido fosfórico para formar dos coenzimas- flavoproteínas (FMN y FAD) involucradas en el metabolismo de los hidratos de carbono. Participa en procesos de oxidación de aminoácidos y ácidos grasos.
- Los síntomas de su deficiencia son inespecíficos como anorexia, retraso del crecimiento, vómitos, dermatitis, alopecia y trastornos reproductivos (anoestros, pérdidas embrionarias, nacidos débiles, partos prematuros y camadas sin pelo).

Vitamina B3

- Ácido piridín 3-carboxílico que se transforma en nicotinamina que es la forma realmente activa, también conocida como vitamina PP (pelagra). El cerdo puede transformar el triptófano en ácido nicotínico con una baja eficacia (50 mg triptófano produce 1 mg de niacina).
- Se absorbe en el estómago e intestino delgado. Su transporte se realiza asociado a los hematíes distribuyéndose

se preferentemente en el hígado, riñón y tejido adiposo, donde no se almacena y sí se elimina vía orina.

- Forma parte del NAD y NADP que tienen funciones esenciales en las reacciones de oxidación-reducción, aporte de energía a nivel celular para la glicólisis y ciclo de Krebs.
- Su deficiencia determina dermatitis, pérdida de pelo, úlceras necróticas y en ocasiones diarreas.

Vitamina B5

- Amina del ácido pantoico con la beta-alanina. Se comercializa como pantotenato cálcico del isómero d, que tiene una actividad equivalente al 92% de la forma libre. La forma dl sólo tiene una actividad del 46%.
- Esta vitamina forma parte de la coenzima A y de la proteína portadora de los grupos acilo que participa en la síntesis de los ácidos grasos.
- Su deficiencia provoca síntomas inespecíficos como anorexia, trastornos de piel, depresión sistema inmune, hígado graso, hemorragias, hipertrofia de las glándulas adrenales, atrofia ovárica y del útero, además de sintomatología nerviosa conocida como “paso de oca”.

Vitamina B6

- Estructura 3-hidroxi-2-metilpiridina con tres formas químicas (alcohol, aldehído y amina). Su principal forma activa es el fosfato de piridoxal que es estable a ácidos, álcalis y calor; pero sensible a la exposición de la luz.
- Se absorbe en el intestino delgado transportándose al hígado y excretándose por la orina. Posibles pérdidas por granulación y almacenamiento del pienso.
- Participa como coenzima en el metabolismo de los aminoácidos y en la conversión del triptófano en niacina, la formación de epinefrina y norepinefrina a partir de fenilalanina y tirosina. También interviene en la transmetilación de la metionina incorporando hierro al grupo hemo de la hemoglobina y mioglobina. Se conoce su papel en la conversión del ácido linoleico a ácido araquidónico y en la formación de anticuerpos.
- Su deficiencia provoca síntomas inespecíficos como anorexia, pérdida de peso, dermatitis y anemia.

Vitamina B12

- Incluye un núcleo corrina con un átomo de cobalto en el centro, que unido a un grupo cianuro forma la cianocobalamina.
- Se absorbe en el íleon, influyendo negativamente en la misma las deficiencias de piridoxina, hierro y elevados contenidos en taninos.
- Interviene en el metabolismo de los ácidos nucleicos (purina y pirimidina), en la formación de la metionina y ácido fólico, así como en la síntesis de proteína a partir de aminoácidos y en el metabolismo de las grasas e hidratos de carbono. También interviene en la integridad del sistema nervioso y en la síntesis de los hematíes.
- Su deficiencia provoca dermatitis, retraso del crecimiento, anemia, incoordinación nerviosa en los miembros posteriores y mortalidad.

Vitamina C

- Existen dos formas: la reducida (L-ascórbico) y la oxidada (L-dehidroascórbico). Vitamina muy sensible a la oxidación.

- Se absorbe con alta eficacia (80%) en el intestino delgado, pudiendo el cerdo sintetizarla a partir de la glucosa hepática. Se distribuye a nivel de cerebro, glándulas adrenales, cuerpo lúteo ovárico, testículos y leucocitos.
- Interviene en reacciones de oxidación-reducción, en la síntesis de glucógeno y de carnitina. Interviene en el metabolismo de ácidos grasos, síntesis de adrenalina y esteroides antiinflamatorios, producción de anticuerpos y fagocitación de leucocitos. Tiene propiedades quelantes con algunos metales. Influye en la calidad de la carne resultando esencial en la formación de ácido láctico y mayor retención de agua.
- Su deficiencia provoca alteraciones en la estructura del colágeno con presencia de edemas, emaciación, bajo peso de lechones al nacimiento, reducción de la motilidad espermática y aumento de formas anormales. Implicada en cuadros de síndrome de ombligo sangrante.

Vitamina H

- Ácido 2-ceto-3,4 imidazolido-2-tetrahidrotiofeno-n-valérico que incluye un átomo de azufre, un grupo carboxilo y tres átomos asimétricos.
- La avidina de la clara de huevo cruda y algunos microorganismos actúan impidiendo su absorción.
- Interviene en el metabolismo de las proteínas, lípidos, hidratos de carbono y ácidos nucleicos. Participa en la síntesis de aminoácidos no esenciales a partir de hidratos de carbono y juega un papel esencial en la síntesis de ácidos grasos. También conocida como coenzima R.
- Su deficiencia provoca retrasos de crecimiento, peor conversión y fertilidad, menor peso de los lechones al nacimiento, dermatitis, alopecia y alteraciones en pezuñas.

Ácido fólico

- Ácido monopteroilglutámico. Diferentes compuestos derivados del ácido fólico tienen actividad vitamínica, como son la folacina, folato y ácido fólico. Muy sensible al calor.
- Se absorbe en duodeno y yeyuno.
- Interviene como coenzima en procesos de interconversión de aminoácidos en la síntesis de ácidos nucleicos, síntesis proteica y división celular. Su metabolismo está directamente relacionado con el de la vitamina B12, vitamina C y colina.
- Su deficiencia provoca anemia y retraso del crecimiento.

Recomendaciones de vitaminas en diferentes fases productivas (1 - NRC 1998; 2 - España - medias 2000, Fraga&Villamide).

NRC 1998 (1) ESPAÑA 2000 (2)	LECHONES	ENGORDE	GESTANTE VERRACOS	LACTANTE	NOTAS
A (UI/kg)	2200-1750	1.300	4.000	2.000	Aumento Inclusión 10 años
	13.800	5.800	7.800	7.800	
D3 (UI/kg)	220-200	150	200	200	
	2.120	1.112	1.720	1.720	
E (UI/kg)	15	11	44	44	EE. UU. niveles superiores
	31,4	9,5	23,6	23,6	
K (mg/kg)	0,5	0,5	0,5	0,5	Niveles muy variables
	1,85	0,67	1,84	1,84	
(mg/kg)					
TIAMINA	1,5	1	1	1	EE. UU. superiores
	1,5	0,8	0,7	0,7	
RIBOFLAVINA	4-3	2,5-2,0	3,75	3,75	EE. UU. superiores
	5,9	3,35	4,25	4,25	
NIACINA	20-15	10-7	10	10	EE. UU. superiores
	33	15,5	21	21	
PANTOTENICO	12	7	12	12	EE. UU. superiores
	15	9	12	12	
PIRIDOXINA	2	1,5	1	1	Grandes Diferencias
	2,4	1	1,7	1,7	
VITAMINA B12	20-15	10	15	15	ug/kg
	30	20	22	22	
FOLACINA	0,3	0,3	1,3	1,3	Grandes Diferencias
	0,44	0,04	5	5	
BIOTINA	50	50	20	20	
	200	100	250	250	
VITAMINA C	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	200/300/400

PRIMER NIVEL AGUA DE BEBIDA

Como regla de base en nutrición porcina, partimos de que las necesidades de nutrientes van disminuyendo con la edad del mismo, no siendo del todo cierto a nivel absoluto con el nutriente que más se ingiere en cantidad, es decir el agua (H₂O).

Es así como las cerdas reproductoras, que son los animales de mayor peso-edad de una granja, tienen de forma individual las mayores necesidades de consumo de agua al día. Estimamos un consumo diario del 10% del peso vivo de las cerdas en producción. De esta forma para calcular el consumo por cada 100 reproductoras y día tendremos, incluyendo todos los ciclos productivos (renuevo, gestantes, vacías y lactantes), un total de 2.000 litros solamente para el efectivo reproductor.

De esta forma las necesidades de agua en las cerdas reproductoras en condiciones de termoneutralidad, que varían levemente según genéticas y niveles de nutrientes, podemos estimarlas en una media de:

Por individuo	RENUEVO	GESTANTES	LACTANTES	VERRACOS
Litros/día	10-15	15-20	20-35	15-20

Es importante considerar estas necesidades y ajustarlas bien en caso de suministrar las dietas en presentación líquida para asegurarnos de que las reproductoras están ingiriendo la cantidad precisa de todos los nutrientes.

Así, la relación agua/pienso aplicada a cerdas gestantes y lactantes es de 4-6 y 4-8 a 1 respectivamente. Recomendamos incorporar además agua a libre disposición en bebederos con válvulas de nivel constante para asegurar que las reproductoras consumen la cantidad necesaria de agua al día.

A nadie se nos pasa por alto que el agua es el primer constituyente del organismo en porcino suponiendo entre 75-80% del músculo y sobre el 50-55% del peso vivo de una cerda reproductora.

El mayor impacto de un deficiente consumo de agua en reproductoras está en la fase de lactación, derivado de una elevada pérdida de condición corporal ligada a una pérdida de agua, con alteración del equilibrio ácido-base, producción lechera y regulación del apetito. Es conocido como que un solo día que la cerda no consume agua durante las primera dos semanas de lactación dará lugar a una mayor probabilidad de ser eliminadas por baja producción.

La leche de la cerda tiene un 80% de agua, por lo que es esencial asegurar un consumo constante de agua en lactación para obtener la mayor producción de leche y por lo tanto el mejor peso de la camada al destete. Cada kilo de lechón incrementado necesita una media de 4 litros de leche, y para producir cada litro de leche se necesitan entre 2,5-3 litros de agua. Supongamos una camada de 10 lechones destetados, que con un diferencial de que la cerda nos dé 10 o 12 litros de leche al día durante los 20 días de lactación, tendremos una producción de 200 o 240 litros de leche, con un incremento de peso de la camada de 50 o 60 kilos, lo que supone que destetaremos la camada con una media de 1 kilo más por lechón. Así con que la cerda consuma entre 5-6 litros más de agua al día (100-120 litros más durante la lactación) alcanzaremos un kilo más de peso por lechón al destete en condiciones normales.

Un bajo consumo de pienso en lactación da lugar a una menor longevidad de la cerda, una mayor tasa de renuevo, una peor fertilidad y menor prolificidad. Sin duda la deficiente ingesta de pienso va ligada a una deficiente ingesta de agua, o más bien viceversa.

Las principales consecuencias del deficiente consumo de agua en las cerdas reproductoras, las podemos clasificar en dos apartados:

- Problemas productivos:
 - Menor consumo de pienso.
 - Mayor pérdida de peso en lactación (grasa y músculo).

Aumento del intervalo destete a celo.

Aumento del intervalo destete a cubrición fértil.

Aumento de los días no productivos.

Aumento del intervalo entre partos.

Reducción de la fertilidad.

Reducción del tamaño de camada a siguiente ciclo.

Reducción de la productividad.

Aumento de mortalidad en cerdas.

- Problemas sanitarios:

Estreñimiento.

Aumento incidencia síndrome mamitis, metritis y agalaxia.

Aumento síndrome cerda sucia.

Aumento infecciones urinarias (ITU), lo que determina una mayor tasa de repeticiones y pérdida de prolificidad, con aumento de nacidos muertos.

Normas de calidad

La normativa vigente que determina que el agua de bebida sea potable (no habiendo normativa específica en ganadería), data del R.D. 140/2003 del 21 de febrero 2003 (nº 45) , según la tabla adjunta:

	PARÁMETRO	VALOR
FÍSICO – QUÍMICO	pH	6.5-9.5
	Conductividad	2.500 Us/cm-1 a 20 °C
	Nitratos	50 mg/l
	Nitritos	0.5 mg/l
	Sulfatos	250 mg/l
	Hierro	200 ug/l
	Manganeso	50 ug/l
MICROBIOLÓGICO	<i>Escherichia coli</i>	0 UFC/100 ml
	<i>Enterococcus</i> spp.	0 UFC/100 ml
	<i>Clostridium perfringens</i>	0 UFC/100 ml

Los efectos de una mala calidad del agua de bebida en cerdas son los siguientes:

- - pH: cistitis, pielonefritis, problemas locomotores.
- - Nitratos: problemas renales y reproductivos. Reducción producción de leche.
- - Sulfatos: laxante.
- - Contaminaciones: muertes súbitas, aumento incidencia MMA, cerdas sucias