

LA VITAMINA E NATURAL Y LA SINTÉTICA

Patricia Coscojuela y Raúl López*. 2011. PV ALBEITAR 02/2011.

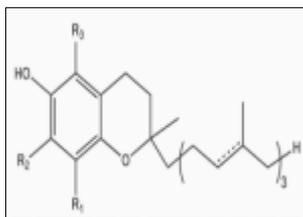
*Departamento Técnico Prebia Feed Extract, S.L.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Composición de los alimentos y requerimientos de los animales](#)

INTRODUCCIÓN

Los animales son incapaces de sintetizar vitamina E, por lo que se incorpora al organismo con los alimentos de origen vegetal. La complementación con vitamina E tiene por objeto cubrir las deficiencias y variabilidad de las materias primas y también maximizar la eficacia biológica/productiva de los animales.



Hace no muchos años, cuando los animales de abasto se alimentaban principalmente de recursos forrajeros, restos de cosecha, terceras y otros subproductos de cereales, las fuentes dietarias eran mucho más ricas en vitamina E (tocoferoles naturales) y otros micronutrientes. La producción actual suple las cantidades optimizadas de vitamina E, habitualmente de compuesto sintético, para corregir las posibles deficiencias de las materias primas y maximizar la eficacia biológica de la transformación del pienso en producto animal. La vitamina E, desde su descubrimiento en 1923, ha estado asociada a la fertilidad, encontrándose una relación positiva entre los niveles de alfa-tocoferol y la capacidad reproductiva. El devenir científico ha puesto sobre la mesa los efectos claros sobre el estado oxidativo/proinflamatorio en la respuesta inmunológica, en el desarrollo del feto y en la respuesta inmunitaria no específica de los neonatos, en la apoptosis celular y, finalmente, sus efectos nutricionales y tecnológicos sobre los productos animales: mejora de las propiedades organolépticas de la carne (mejor color, menor oxidación, menor off-flavor) y sobre el tiempo de exposición en el lineal (más tiempo).

Existen dos fuentes de vitamina E, la natural y la sintética. Mucho se ha avanzado en el entendimiento de las relaciones de bioequivalencia entre ambas fuentes.

ANTECEDENTES

La vitamina E fue descubierta en 1923 por Herbert Evans y Katherine Bishop, quienes observaron que su deficiencia causaba reabsorción fetal en las ratas e incapacidad reproductiva crónica. A este compuesto se le llamó tocoferol (del griego tokos: nacimiento y pherein: llevar, portar). La sustancia activa fue aislada de aceite de germen de trigo en 1936 por Evans y colaboradores (Machain, 1991; Wolf y col., 1998). Además se le añadió el sufijo -ol designando a la forma activa alcohol (Parker, 1994).

Hay ocho miembros de la familia de la vitamina E: alfa, beta, gamma, delta tocoferoles y alfa, beta, gamma, delta tocotrienoles. El isómero alfa-tocoferol posee la mayor actividad vitamina E en los animales (Brigelius-Flohe y Traber, 1999).

La primera producción de alfa-tocoferol sintético era una mezcla equimolar de dos isómeros: RRR- y SRR-alfa-tocoferol. Este compuesto es nombrado como 2-ambo-alfa-tocoferol, aunque antes se le conocía como dl-alfa-tocoferol. Esta es la molécula considerada el estándar internacional para la vitamina E (Ames, 1979), hasta los años 80.

Posteriormente, el proceso de síntesis de la vitamina E varió, dando como resultado el actual all-rac-alfa-tocoferil acetato, el cual tiene ocho estereoisómeros (RRR, RRS, RSR, RSS, SRR, SRS, SSR, SSS), que se siguió, y se sigue, llamando, aunque incorrectamente, dl-alfa-tocoferil acetato. De esta forma, el producto sintético actual no se corresponde al producto sintético con el que se dedujeron los ratios de equivalencia clásicos (USP, 1955).

La vitamina E de fuente natural: RRR alfa-tocoferol, se obtiene mediante la extracción de los tocoferoles de los aceites vegetales (soja, palma, girasol, etc.). Sólo es una forma isomérica y es la forma con el 100% de bioactividad (USP, 2000).

En 1982, la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) recomienda que la fuente natural de vitamina E sea llamada RRR-alfa-tocoferol/RRR-alfa-tocoferil acetato, mientras que la vitamina E sintética debería ser llamada all-rac-alfa-tocoferol/all-rac-alfa-tocoferil acetato.

BIOEQUIVALENCIAS RELATIVAS

Las únicas formas de vitamina secretadas por el hígado son la natural RRR-alfa-tocoferol y las cuatro formas 2R del tocoferol sintético (EFSA journal, febrero 2008). Esta opinión de la EFSA concuerda con el Reference Intakes of Vitamin E publicado por Food and Nutrition Board, NRC (2000), donde se establece que un 1 mg de all-rac-alfa-tocoferil acetato tiene como máximo un 50% de sustancia activa (sin entrar a valorar la actividad biológica).

Jensen y Lauridsen (2003) estudiando los estereoisómeros retenidos en plasma, leche y tejidos, observan que el isómero RRR es preferentemente transportado y retenido en el organismo, con independencia de la fuente usada, y con enormes diferencias en la discriminación entre animales, teniendo una preferencia por el RRR en el siguiente orden: vacas, cerdos, pollos y ratas.

RUMIANTES

El papel más estudiado de la vitamina E en la salud animal es su actividad como antioxidante biológico en las membranas celulares (Meglia y col., 2008), que evita la acción oxidativa de los radicales libres sobre los fosfolípidos de membrana. Los hechos que se derivan de esta acción protectora están ligados claramente a mejoras sobre la capacidad reproductiva, menor incidencia de metritis y mastitis, menor tasa de retención de placentas y un correcto estado inmune en los terneros a través del calostro (muy rico en tocoferol e inmunoglobulinas).

De los trabajos de Jensen y col. (2005) y Slot y col. (2007) se concluye que los isómeros 2R son retenidos durante más tiempo que los 2S, y que el isómero RRR es el preferencialmente incorporado y retenido en los tejidos y excretado en leche en mucha mayor proporción. De los datos de estos autores, la ratio de bioequivalencia se sitúa en 1 mg de RRR alfa tocoferil acetato =6,6 mg de all rac alfa tocoferil acetato (sintético).

Lauridsen y Jensen (2006a) demuestran que tras la administración de vitamina E sintética, el isómero RRR alfa tocoferol contribuye en más del 90% del tocoferol del plasma de la vaca, leche y calostro. Lo que evidencia la deficiente adsorción del resto de isómeros 2R y, sobre todo, la incapacidad biológica de los isómeros 2S. Datos similares a los obtenidos por Hidiroglou y col. (1988a) y Eicher y col. (1997), donde se estima una biodisponibilidad relativa de las dos fuentes (natural/sintética) de 1 mg: 3,6-3,84 mg, para vacas y terneros, respectivamente.

PORCINO

Al igual que en vacas lecheras se ha demostrado que suplementar cantidades elevadas de vitamina E sintética aumenta el tamaño de la camada, disminuye el síndrome MMA, aumenta el estatus de vitamina E en cerdas gestantes y lactantes y en su progenie (Malm y col, 1976; Mahan, 1991, 1994).

Lauridsen y Jensen, (2006b), administraron all-rac-alfa-tocoferil acetato y RRR-alfa-tocoferil acetato a cerdas una semana antes del parto y hasta el día 28 de lactación. Observaron que el isómero predominante en plasma fue el RRR- independientemente de la fuente administrada, dato que confirma lo descrito en rumiantes. Entre las cerdas suplementadas con all-rac-alfa-tocoferil acetato sintético, el isómero RRR- contribuyó al 32-36% del total de tocoferol en leche. Suministrando la fuente natural, hasta el 91% del tocoferol encontrado en leche, se correspondía con el isómero natural RRR-. Además, se observa que según avanza el periodo de lactación, la concentración en leche del isómero RRR- aumenta claramente, mientras el resto de formas 2R (sintéticas) decrecen en la misma medida.

Las cerdas no transfieren mucha cantidad de tocoferol al feto, como ocurre con otras moléculas liposolubles que no atraviesan la barrera placentaria. Aún así, las cerdas que se suplementan con cantidades elevadas de vitamina E transfieren mucho más tocoferol al feto, y la composición en plasma de la madre y los fetos es muy similar (Jensen y Lauridsen, 2007). No es hasta el momento del nacimiento y la toma del calostro cuando los lechones incorporan la mayor parte del tocoferol, movilizado desde los tejidos de reserva de la madre.

En un reciente trabajo, Yang y col. (2009) evaluaron el estado vitamínico E de cerdos alimentados con vitamina E natural y sintética basados en las concentraciones de alfa-tocoferol en suero y tejidos. Como se observa en la tabla 1, las concentraciones de alfa-tocoferol plasmático no fueron significativamente distintas, entre suministrar 22 mg de vitamina E sintética y 6,71 mg de vitamina E natural. Si se evalúan las características de la canal, calidad de la carne, la vida útil y la estabilidad de color, Boler y col. (2009) encuentran unos valores de oxidación lipídica (TBARS) en las piezas cárnicas analizadas muy similares entre los grupos que recibieron 200 mg/kg de vitamina E sintética y los grupos que recibieron 40 mg/kg de vitamina E natural, y ambos grupos claramente menos oxidados que el grupo que recibió el pienso control con 10 mg/kg de vitamina E sintética.

Tabla 1. Efecto de la fuente de vitamina E de la dieta y el nivel en las concentraciones de α -tocoferol en suero y tejido en cerdos de finalización ¹ . (Adaptada de Yang y col., 2009)					
	Sint-E ²	Nat-E ³			
	22,00	6,71	8,33	11,00	16,18
Nº tratamiento	1	2	3	4	5
Sint-E:Nat-E	-	3,28	2,64	2,00	1,36
α -tocoferol suero, μ g/ml					
d 15	1,03 ^a	123	1,35 ^b	1,64 ^b	2,08 ^b
d 32	1,17 ^a	1,30	1,46 ^b	1,68 ^b	2,12 ^b
α -tocoferol tejido ⁴ , μ g/g					
Corazón	3,42 ^a	3,83	3,96	4,53 ^b	4,99 ^b
Riñón	1,76 ^a	1,72	1,91	2,27 ^b	2,68 ^b
Bazo	2,61 ^a	2,83	3,22 ^b	3,71 ^b	4,63 ^b
Hígado	2,63 ^a	2,86	2,75	3,43 ^b	4,59 ^b
Pulmón	2,00 ^a	2,37	2,42	2,46	3,53 ^b
Cerebro	4,48	4,34	5,48	5,11	5,44
Lomo	1,12 ^a	1,37	1,83 ^b	1,56	1,75
Tejido adiposo	3,59 ^a	4,04	5,04 ^b	4,64 ^b	5,14

^{a,b}Medias con superíndices diferentes dentro de las filas difieren ($P < 0,05$), cuando Sint-E se comparó con cualquiera de los tratamientos de Nat-E. Los superíndices no indican si existen diferencias estadísticas entre los cuatro tratamientos de Nat-E. ¹El número de animales fue 5,5,5,5 y 4 para los tratamientos del 1 al 5, respectivamente. ²Sint-E=all-rac- α -tocoferil acetato, mg/kg. ³Nat-E=RRR- α -tocoferil acetato, mg/kg. ⁴Todas las concentraciones de α -tocoferol en tejido fueron determinadas de muestras tomadas en d 32 y son expresadas en base al peso de tejido húmedo.

Tabla 2. Resumen de biodisponibilidades por especies y autores.			
Especie	Biodisponibilidad RRR- α -tocoferil acetato/ all-rac- α -tocoferil acetato	Biodisponibilidad RRR- α -tocoferol / all-rac- α -tocoferil acetato	Referencias
Porcina			
Cerdas	2,2	2,8	Lauridsen <i>et al.</i> , 2002
Lechones	2,2-2,6	-	Lauridsen <i>et al.</i> , 2002
Lechones starter	-	2,6	Lauridsen <i>et al.</i> , 2005
Cerdos finalización	-	2,44	Chung <i>et al.</i> , 1992
Cerdos cebo	-	3,28	Yang <i>et al.</i> , 2009
Cerdos cebo	5	-	Boler <i>et al.</i> , 2009
Rumiantes			
Terneros	-	3,84	Eicher <i>et al.</i> , 1997
Vacas de leche	3,46	3,6	Hidiroglou <i>et al.</i> , 1997
Terneros engorde	3,6	-	Hidiroglou <i>et al.</i> , 1988a
Ovejas	2,58	2,6	Hidiroglou <i>et al.</i> , 1988b
Otras			
Caballos	= 4	3,8	Papas <i>et al.</i> , 1990 Hargreave B., 2002
Trucha arcoiris	-	6-18 (4 primeras horas) 3 (entre 4 – 64 horas)	Hung <i>et al.</i> , 1982
Ratas	2,4-5,3*	-	Ingold <i>et al.</i> , 1987
Humanos	-	3	FNB
• Plasma	-	3,42	Kiyose <i>et al.</i> (1.997). VERIS
• Cordón umbilical	-	-	-

* Basado en α -tocoferol, estereoisómeros RRR vs. SRR

OTRAS ESPECIES

En el resto de las especies, la tendencia a la bioacumulación y la actividad biológica sobre los tejidos diana se mantiene entre las dos fuentes de vitamina E actualmente disponibles en el mercado. En pollos, Uzu *et al.* (2000) muestran cómo el 60% de la vitamina E sintética es excretada directamente sin utilización, de manera que de 300

mg ingeridos por los broilers, en 42 días de vida, 180 mg de all-rac-alfa-tocoferil acetato aparecen en las heces. En truchas, los resultados de concentración plasmática de alfa-tocoferol tras la incorporación de las dos fuentes, muestran incrementos entre 6-18 veces más tocoferol en plasma durante las primeras 2-4 h post administración, con la fuente natural.

CONCLUSIONES

La vitamina E de origen natural (RRR-alfa-tocoferol) es claramente más biodisponible que la vitamina E sintética (all-rac-alfa-tocoferil acetato).

Las diferencias son mucho más acusadas en los animales jóvenes que en los animales adultos y en las hembras reproductoras, respecto de los animales de cebo.

A la luz del conocimiento actual, los ratios de biopotencia y biodisponibilidad deben ser revisados y redefinidos por especie animal y fase productiva.

Volver a: [Composición de los alimentos y requerimientos de los animales](#)