

# Efecto de la Suplementación con Vitamina E y Selenio en la Mejora de Parámetros Productivos en Lechones

Titulo Original: Efecto de la Suplementación con Vitamina E y Selenio sobre el Sistema Inmune, Parámetros Hematológicos y Parámetros Productivos de Lechones recién Destetados

A. DAZA, S. SALADO, J.F. GÁLVEZ, M. GUTIÉRREZ-BARQUÍN  
Dpto. Producción Animal. E.T.S. de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.  
[ssalado@pan.etsia.upm.es](mailto:ssalado@pan.etsia.upm.es)

## RESUMEN

Se realizó un experimento para estudiar el efecto de la suplementación con vitamina E y selenio sobre los parámetros productivos, los parámetros hematológicos y el sistema inmune de lechones recién destetados. Se utilizaron 96 lechones recién destetados ( $26 \pm 2$  días) distribuidos en cuatro tratamientos agrupados según un diseño factorial  $2 \times 2$ , con dos niveles de vitamina E (30 ó 200 ppm) y dos de selenio (0 ó 0,3 ppm). Cada tratamiento se replicó cuatro veces (seis lechones por réplica). El experimento duró cuatro semanas durante las que se administró un pienso único basado en cereales-soja-harina de pescado a la que se le añadieron los niveles de vitamina E y selenio señalados. La inclusión de 0,3 ppm de selenio aumentó la ganancia media diaria (370 vs. 413,0 g;  $P < 0,05$ ) y mejoró el índice de transformación (1,52 vs. 1,46 g/g;  $P < 0,05$ ) en el período experimental global. La adición conjunta de las dosis más altas de vitamina E y de selenio produjo una mayor formación de anticuerpos a los 21 días después del destete ( $P = 0,06$ ). La suplementación con vitamina E o con selenio no modificó ( $P > 0,05$ ) ni el consumo medio diario ni el valor hematocrito ni la concentración plasmática de hemoglobina, manteniéndose los parámetros hematológicos dentro de los valores normales. Se concluye que la adición de 0,3 ppm de selenio en piensos de lechones recién destetados mejora la productividad independientemente del nivel de vitamina E de la dieta. En la tercera semana después del destete, su adición conjunta con 200 ppm de vitamina E aumenta la formación de anticuerpos frente a la vacuna para el virus de Aujeszky.

**PALABRAS CLAVE:** Lechones, Vitamina E, Selenio, Anticuerpos

## SUMMARY

A trial was conducted to study the effect of vitamin E and selenium supplementation on the performance, hematological parameters and the immune system response of weaned piglets. Ninety-six weaned piglets were randomly allotted to four treatments in a  $2 \times 2$  factorial design consisting of two levels of vitamin E (30 vs. 200 pp) and two levels of selenium (0 vs. 0.3 ppm), which were provided via a vitamin-mineral premix. Each treatment was replicated four times (six piglets per replicate) over the four week interval post-weaning. Base diets consisted of a cereal grain / soybean /fish meal mixture. Selenium supplementation at 0.3 ppm increased average daily gain (370.3 g vs. 413.0 g;  $P < 0.05$ ) and improved feed to gain ratio (1.52 g/g vs. 1.46 g/g;  $P < 0.05$ ) throughout the trial. Furthermore, piglets receiving the higher doses of vitamin E and selenium had more antibodies present against a Aujeszky vaccine in the third week post-weaning than piglets receiving the lower doses ( $P = 0.06$ ). Neither average feed intake, hematocrit values nor plasmatic hemoglobin concentrations were altered by either, vitamin E or selenium supplementation. In conclusion, the addition of 0.3 ppm of selenium to the diets of post-weaning piglets resulted in greater animal performance than non-selenium supplemented diets, irrespective of the level of vitamin E in the ration (i.e., up to 200 ppm).

**KEY WORDS:** Piglets, Vitamin E, Selenium, Antibody production

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es sobradamente conocida la capacidad antioxidante de la vitamina E que protege a los ácidos grasos insaturados de las membranas celulares frente a la peroxidación y que elimina los radicales libres derivados de la actividad celular normal (McPherson, 1994). Asimismo, la vitamina E mejora la respuesta inmune humoral al aumentar la capacidad de fagocitosis y de destrucción de microorganismos por los linfocitos (Rice y Kennedy, 1988).

El selenio tiene también una función antioxidante como cofactor de la enzima citoplasmática glutatión-peroxidasa, enzima relacionada con la neutralización y eliminación de los radicales libres de oxígeno que pueden alterar la integridad celular. Además, el selenio está implicado en el transporte de proteínas y es cofactor de diversas enzimas (Henry y Ammerman, 1995).

Estudios en porcino indican que la suplementación de las dietas con vitamina E mejora la respuesta inmunitaria (Ellis y Vorhies, 1976; Babinsky *et al.*, 1991; Nemeč *et al.*, 1994). En lechones destetados, la suplementación conjunta de vitamina E y selenio tiene efectos aditivos sobre la productividad y la respuesta inmunitaria (Peplowski *et al.*, 1980).

En gestación y lactación, dietas deficientes en selenio y vitamina E reducen la actividad fagocítica y la respuesta mitogénica de los linfocitos en la sangre periférica y en el calostro (Wuryastuti *et al.*, 1993).

En el momento del destete, la falta de madurez del sistema inmune unido a que los piensos utilizados son ricos en grasas insaturadas incrementa sus necesidades en antioxidantes y en nutrientes que estimulen el sistema inmune (Wang *et al.*, 1996).

Múltiples estudios (Dimitrova, 1980; Bialkowski, 1984; Oberbach y Hartfiel, 1987; Zaporowska y Wasilewski, 1990; Benito-Ruiz *et al.*, 1990) llevados a cabo en diversas especies animales muestran cambios en la concentración de parámetros hematológicos como la concentración de hemoglobina plasmática y el valor hematocrito según el estado fisiológico del animal. Así factores diversos como enfermedades, procesos infecciosos, intoxicaciones y suplementación de compuestos como vitaminas y minerales pueden producir cambios en los parámetros hematológicos siendo estos parámetros indicativos del estado de salud general de los animales.

Por tanto, los objetivos de este experimento fueron estudiar la influencia que, sobre los parámetros productivos, sobre los parámetros hematológicos y sobre la respuesta inmunitaria de lechones recién destetados los produciría un aumento del contenido de vitamina E y de selenio en el pienso.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Animales y diseño experimental

Se utilizaron 96 lechones Dalling (48 machos y 48 hembras) recién destetados ( $26 \pm 2$  días), que se identificaron en origen mediante crotal numerado. Los animales permanecieron durante el período experimental (28 días) en una nave experimental situada en los Campos de Prácticas de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid. Los animales se distribuyeron en cuatro tratamientos, agrupados en un diseño factorial  $2 \times 2$  con dos niveles de suplementación de vitamina E (30 ppm y 200 ppm) y dos niveles de suplementación de selenio (0 ppm y 0,3 ppm). Cada tratamiento se replicó cuatro veces (seis lechones/réplica). En la constitución de las réplicas se tuvo en cuenta, además del sexo, el peso inicial de los lechones y el efecto camada a fin de tener tratamientos equilibrados. El peso inicial medio de los lechones fue de  $6,5 \pm 0,9$  kg.

Para el estudio de la formación de anticuerpos se administró los días 0 y 21 postdestete una vacuna viva atenuada (libre de gl) frente al virus de Aujeszky (Suvaxyn Aujeszky in/im, Solvay Veterinaria). Este virus es del tipo Herpesvirus y está compuesto por una molécula de ADN recubierta por una cápsula proteica en cuyo exterior se encuentran diversas glicoproteínas. Algunas de estas glicoproteínas pueden estar relacionadas con la liberación del virus de la célula infectada (gl, gp63) y otras (gI, gIII y gX) se utilizan como marcadores para diferenciar los anticuerpos producidos frente al virus vacunal de los producidos frente al virus de campo (Hampl *et al.*, 1984).

### Condiciones experimentales

Se dispuso de una nave experimental de ambiente controlado que consta de 16 corrales iguales de 2 m<sup>2</sup>(0,33 m<sup>2</sup>/lechón) dispuestos en batería, con suelo de rejilla metálica. La temperatura media durante el experimento fue de 23,2 ± 2,4° C.

### Piensos

Se formuló un pienso único en forma de harina (Tabla 1) con el fin de cumplir y exceder las normas del NRC (1998) a la que se le añadieron los niveles correspondientes a cada tratamiento de vitamina E (DL-tocoferol al 50 %) y de selenio (selenito sódico). Se empleó un corrector vitamínico carente de vitamina E y de selenio. El pienso y el agua se administraron *ad libitum*.

### Controles

Semanalmente se controló el peso de los lechones y el consumo de pienso por réplica. Además, se extrajo sangre por punción en vena de dos lechones por réplica, seleccionados al azar. La determinación del contenido en hemoglobina se realizó sobre muestras de sangre en edetato potásico (0,3 %) mediante un analizador hematológico (Sismex-F-800; Toa Medical Electronics). El valor hematocrito se determinó por la técnica de microhematocrito. La formación de anticuerpos para la enfermedad de Aujeszky se analizó mediante sistema ELISA con un equipo de detección de anticuerpos para el virus de Aujeszky libre de gl (Boeringer-Ingelheim). La escala indicativa de la formación de anticuerpos se basa en los valores de un índice (que denominaremos gl) que viene definido en el equipo según:

- gl < 60: presencia de anticuerpos frente a virus de campo.
- gl: 60-70, dudosa diferenciación entre virus de campo y virus vacunal y
- gl > 70: presencia de anticuerpos en respuesta a la vacuna.

**TABLA 1**

**PIENSOS EXPERIMENTALES**  
*Experimental Diets*

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>%</b>
Maíz extrusionado	25,0
Trigo extrusionado	15,0
Maíz nacional	8,0
Cebada	4,1
Soja extrusionada	18,0
Soja 44 % PB	8,0
Harina de pescado St-70	5,0
Suero dulce	9,0
Suero/Grasa 50 %	3,0
Dextrosa	2,0
Carbonato cálcico	0,52
Fosfato bicálcico	0,56
Sal	0,10
L-lisina	0,25
DL-metionina	0,06
L-treonina	0,05
Acido cítrico	0,50
Aroma	0,03
Corrector vitamínico mineral medicado	0,80

## ANÁLISIS CALCULADO<sup>1</sup>

Energía Metabolizable (kcal/kg)	3,418
Proteína Bruta (%)	20,0
Lisina (%)	1,36
Metionina (%)	0,41
Metionina + cistina (%)	0,73
Fibra bruta (%)	2,88
Grasa bruta (%)	7,31
Lactosa (%)	7,31
Calcio (%)	0,62
Fósforo disponible (%)	0,36

<sup>1</sup> Según la matriz de composición de alimentos de FEDNA (1999).

### Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el procedimiento G.L.M. del paquete estadístico S.A.S. (SAS Institute, 1990). Los datos se estudiaron mediante un análisis de covarianza utilizando como efectos principales los niveles de vitamina E y de selenio y la interacción entre ambos. Para el análisis de parámetros productivos se corrigió el modelo usando como covariable el valor del peso medio inicial de cada réplica. Para el estudio de la formación de anticuerpos se corrigió el modelo con el valor inicial de gl y el valor inicial de hemoglobina y hematocrito, para cada unidad experimental, como covariables para el estudio de su valor en los distintos días de control. Las medias se corrigieron por medios de mínimos cuadrados y se separaron mediante los siguientes contrastes ortogonales:

- Suplementación con selenio: 0 ppm vs. 0,3 ppm
- Suplementación con vitamina E: 30 ppm vs. 200 ppm.
- Interacción

### RESULTADOS

La adición de 0,3 ppm de selenio al pienso mejoró la ganancia media diaria (413 vs 361 g;  $P < 0,05$ ) y el índice de transformación (1,46 vs 1,52 g/g;  $P < 0,05$ ) (Tabla 2). No se observó ningún efecto de esta suplementación ( $P > 0,05$ ) sobre el consumo diario de pienso (Tabla 2) ni sobre el contenido en hemoglobina y valor hematocrito (Tablas 4 y 5, respectivamente).

La suplementación del pienso con 200 ppm de vitamina E no modificó ninguno de los parámetros estudiados. La adición conjunta de selenio y de vitamina E tuvo una tendencia a producir más anticuerpos a los 21 días postdestete (74,8 vs. 72,2;  $P = 0,06$ ) (Tabla 3) no afectando ni a los parámetros productivos (Tabla 2) ni al contenido en hemoglobina ni al valor hematocrito ( $P > 0,05$ ) (Tablas 4 y 5, respectivamente).

**TABLA 2**  
**EFFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD**  
**POSTDESTETE (MEDIAS CORREGIDAS)**

*Effect of treatment on postweaning performance*

TRATAMIENTO	Ganancia media diaria (g)	Consumo diario de pienso (g)	Índice de transformación (g/g)
<b>SELENIO VITAMINA E</b>			
0	30	358	598
0,3	30	409	608
0	200	364	555
0,3	200	417	597
<b>Error estándar de la media</b>		13,4	15,2
			0,08

CONTRASTES SIGNIFICACIÓN			
Selenio: 0 vs. 0,3 ppm	0,001	0,35	0,02
Vitamina E: 30 vs. 200 ppm	0,66	0,93	0,58
Interacción	0,60	0,27	0,92

**TABLA 3**  
**EFFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE LA FORMACIÓN DE**  
**ANTICUERPOS: VALORES DE GI (MEDIAS CORREGIDAS)**

*Effect of treatments on antibody production: gi values*

TRATAMIENTO		DÍAS POSTDESTETE				
SELENIO	VITAMINA E	1	7	14	21	28
0	30	34,8	36,9	61,1	78,3	75,9
0,3	30	45,7	35,4	48,6	65,7	68,1
0	200	42,6	42,7	51,5	70,8	69,7
0,3	200	42,8	38,4	56,5	79,1	78,4
Error estándar de la media		—	7,54	12,2	7,35	7,82
CONTRASTES		SIGNIFICACIÓN				
Selenio: 0 vs. 0,3 ppm		—	0,59	0,67	0,68	0,94
Vitamina E: 30 vs. 200 ppm		—	0,42	0,92	0,58	0,72
Interacción		—	0,80	0,32	0,06	0,16

**TABLA 4**  
**EFFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE**  
**HEMOGLOBINA PLASMÁTICA (g/dl)**

*Effect of treatments on plasmatic hemoglobine concentration (g/dl)*

TRATAMIENTO		DÍAS POSTDESTETE				
SELENIO	VITAMINA E	1	7	14	21	28
0	30	9,81	9,33	9,10	9,76	10,3
0,3	30	9,33	9,36	9,43	10,6	10,7
0	200	8,55	9,63	9,63	10,3	10,7
0,3	200	8,74	9,42	9,02	9,89	10,2
Error estándar de la media		—	0,34	0,45	0,63	0,6
CONTRASTES		SIGNIFICACIÓN				
Suplementación vitamina E: 30 vs. 200 ppm		—	0,72	0,67	0,63	0,88
Suplementación selenio: 0 vs. 0,3 ppm		—	0,50	0,87	0,85	0,91
Interacción		—	0,63	0,16	0,17	0,31

**TABLA 5**  
**EFFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE EL VALOR HEMATOCRITO, %**  
**(MEDIAS CORREGIDAS)**  
*Effect of treatments on hematocrite value, %*

TRATAMIENTO		DÍAS POSTDESTETE				
SELENIO	VITAMINA E	1	7	14	21	28
0	30	31,6	27,9	26,9	30,2	32,5
0,3	30	28,9	29,0	28,0	31,7	33,4
0	200	28,5	28,7	27,8	30,3	32,7
0,3	200	28,8	28,6	26,2	29,9	31,9
Error estándar de la media		—	1,20	1,33	1,81	1,64
CONTRASTES		SIGNIFICACIÓN				
Selenio: 0 vs. 0,3 ppm		—	0,57	0,79	0,67	0,95
Vitamina E: 30 vs. 200 ppm		—	0,87	0,67	0,55	0,58
Interacción		—	0,52	0,17	0,47	0,49

## DISCUSIÓN

Existen resultados contradictorios acerca del efecto de la suplementación con selenio sobre los parámetros productivos. Al igual que lo observado en este estudio, la suplementación con selenio (0,05 - 0,5 ppm) mejoró la ganancia media diaria y el índice de transformación del alimento en un estudio de Glienke y Ewan (1977). Peplowski *et al.* (1980) observaron mejoras en la productividad de los lechones cuando eran suplementados el día del destete y 15 días después con selenio (3 mg) por vía intramuscular, pero no observaron diferencias si se suplementaba en el pienso. Sin embargo, otros autores trabajando con lechones destetados (Mahan y Moxon, 1978 a, 1978 b) y con cerdos en crecimiento y acabado (Groce *et al.*, 1971, 1973) no han observado ningún efecto positivo del selenio sobre los índices técnicos independientemente de la fuente de selenio utilizada. En un experimento de Kirchgessner *et al.* (1995) se evidenció que una dieta deficiente en selenio (194 mg/kg) deprimía el consumo de pienso y la velocidad de crecimiento en lechones destetados frente a otra dieta que contenía 250 g/kg, aunque el nivel de selenio aplicado no influía en la transformación del alimento.

Los resultados obtenidos por diversos autores sobre los efectos de la suplementación con vitamina E por encima de los niveles recomendados son contradictorios. De hecho, varios autores no han encontrado diferencias en la productividad con la suplementación de vitamina E tanto en el pienso de lechones destetados (Peplowski *et al.*, 1980; Kornegay *et al.*, 1992; Chung *et al.*, 1992; Mahan *et al.*, 1993) y de cerdos de cebo (Cannon *et al.*, 1996) como por administración oral directa (Kornegay *et al.*, 1992). Sin embargo, la aplicación de una inyección intramuscular de 100 mg de DL- $\alpha$ -tocoferol el día del destete y dos semanas después mejoró el crecimiento de lechones destetados (Peplowski *et al.*, 1980).

Aunque no se observaron interacciones entre ambos nutrientes, Peplowski *et al.* (1980) observaron que la administración conjunta en la dieta de 0,5 ppm de selenio y 220 ppm de vitamina E mejoraba los parámetros productivos de lechones destetados frente a una dieta con niveles muy bajos de ambos nutrientes (0,02 ppm de selenio y 7 ppm de vitamina E). Migdal y Kaczmarczyk (1993) con la aplicación simultánea de una inyección de selenio y vitamina E al final de la gestación, mejoraron el peso al nacimiento y la supervivencia y crecimiento de los lechones frente a camadas control cuyas madres consumían una dieta que sólo cumplía con las recomendaciones nutricionales en ambos nutrientes. Ellis y Vorhis (1976) observaron una mejora de la respuesta inmune en lechones destetados expuestos a *E. coli* cuando suplementaron su dieta con 110 ppm de vitamina E. Babinsky *et al.* (1991) mejoraron la inmunidad de lechones lactantes cuyas madres recibían un pienso de gestación y

lactación que contenía 136 ppm de vitamina E. Sin embargo, Kornegay *et al.* (1992) utilizando una dieta que incluía 220 ppm de vitamina E no encontraron una mejora significativa de la respuesta inmunitaria en lechones destetados desafiados con *E. coli* enterotoxigénica a los tres y cinco días después del destete.

La administración independiente de selenio o vitamina E en la dieta o mediante inyección mejoró la respuesta inmune en lechones destetados y tal respuesta era aditiva cuando ambos nutrientes se aplicaban conjuntamente (Peplowski *et al.*, 1980). En el presente estudio sólo se han obtenido efectos sobre el sistema inmune cuando la dieta se suplementó con 200 ppm de vitamina E y 0,3 ppm de selenio.

De acuerdo con Eich (1985), el valor hematocrito y la concentración de hemoglobina obtenida en todos los tratamientos, se situaron, a lo largo de todo el período experimental, dentro del intervalo de valores admitido para lechones de esas edades.

## CONCLUSIONES

La adición en piensos de lechones recién destetados de 0,3 ppm de selenio mejoró el crecimiento y el índice de transformación independientemente del nivel de vitamina E del pienso. La adición conjunta de 200 ppm de vitamina E y 0,3 ppm de selenio da lugar a una mayor formación de anticuerpos frente a la vacuna para el virus de Aujeszky a los 21 días postdestete.

## Bibliografía:

- **BABINSKY NIEUWLAND L., LANGOUT D.J., VERSTEGEN M.W.A., DEN HARTOG L.A., JOLING P., 1991.** Effect of vitamin E and fat source in sow's diets on immune response of suckling and weaned piglets. *J. Anim. Sci.* 69: 1833-1842.
- **BENITO-RUIZ J., CARBONELL TATAY F., DEL PINO PORRES J., HERRERO BERNABÉU C., BAQUERO VALDELOMAR R., 1990.** Benefits from splenectomy in treatment of chronic leukemias. *Revista Clínica Española*, 186 (3): 108-111.
- **BIALKOWSKY Z., 1984.** The influence of microclimate, the mineral elements copper, manganese and zinc and vitamins A plus D-3 added on selected blood indices and effects of piglets rearing.
- **CANNON J.E., MORGAN J.B., SCHMIDT G.R., TAUM J.D., SOFOS J.N., SMITH G.C., DELMORE R.J., WILLIAMS S.N., 1996.** Growth and fresh meat quality characteristics of pigs supplemented with vitamin E. *J. Anim. Sci.* 74 (1): 98-105.
- **CHUNG, Y.K., MAHAN, D.C., LEPINE, A.J., 1992.** Efficacy of dietary D- $\alpha$ -tocopherol and DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate for weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 70 (8): 2485-2492.
- **DIMITROVA P.M., 1980.** Seasonal investigations into some morpho-physiological parameters of the squirrel (*Sciurus vulgaris*) from Rila Mountain, Bulgaria. *Ekologiya (Sofia)* 0 (5): 81-86.
- **EICH K.O., 1985.** *Handbuch Schweinekrankheiten.* Landwirtschaftsverlag GubH, Münster-Hiltrup., 288 pp.
- **ELLIS R.P., VORHIES M.V., 1976.** Effect of supplemental dietary vitamin E on the serologic response of swine to an *Echerichia coli* bacterin. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 168: 231-232.
- **FEDNA, 1999.** Normas de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal para la formulación de piensos compuestos. C de Blas, P. García y G. G. Mateos, ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Universidad Politécnica de Madrid. España.

- **GLIENKE L.R., EWAN R.C., 1977.** Selenium deficiency in the pig. *J. Anim. Sci.*, 45 (6): 1334-1340.
- **GROCE A.W., MILLER W.R., KEAKEY K.K., ULLREY D.E., ELLIS D.J., 1971.** Selenium supplementation of practical diets for growing finishing swine. *J. Anim. Sci.* 32: 905-911.
- **GROCE A.W., MILLER E.R., ULLREY D.E., KU P.K., KEAKEY K.K., ELLIS D.J., 1973.** Selenium requirements in corn-soy diets for growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.* 37: 948-956.
- **HAMPL H., BEN-PORAT T., EHRLICHER L., HABER-MEHL K.O., KAPLAN A.S., 1984.** Characterization of the envelope proteins of pseudorabies virus. *J. Virol.*, 52: 583-590.
- **HENRY P.R., AMMERMAN C.B., 1995.** Selenium bioavailability. In: *Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals, and vitamins* (De. by Ammerman, C.B., Baker, D.H., Lewis, A.J.). Academic Press. San Diego, USA, 303-336.
- **KIRCHGESSNER M., HARTMANN S., EDER K., 1995.** The effect of selenium deficiency on the fatty-acid composition of various tissues and the osmotic fragility of erythrocytes in the growing pig. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 73 (2): 77-85.
- **KORNEGAY E.T., LANE J.S., BLODGETT D.J., LINDEMANN M.D., 1992.** Supplemental vitamin E for weaner pigs challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Animal Science Research Report*, Virginia Agricultural Experiment Station. 10: 21-22.
- **MAHAN D.C., MOXON A.L., 1978a.** Effect of increasing the level of inorganic selenium supplementation in the postweaning diets of swine. *J. Anim. Sci.* 46 (2): 384-390.
- **MAHAN D.C., MOXON A.L., 1978b.** Effects adding inorganic or organic selenium sources to the diets of young swine. *J. Anim. Sci.* 47 (2): 456-466. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* Vol. 15 (1-2), 2000
- **MAHAN D.C., CHUNG Y.K., LEPINE A.J., 1993.** Efficacy of dietary vitamin E forms and levels for weaning pigs. In *Ohio Swine Research and Industry Report 1992-1993*. Columbus, USA. Ohio State University n.º 92/2: 45-52.
- **MCPHERSON A., 1994.** Selenium vitamin E and biological oxidation. In: *Recent advances in animal nutrition*. 3-30. De. Garnsworthy, P.C. Cole, D.J. Nottingham University Press.
- **MIGDAL W., KACZMARCZYK J., 1993.** Effect to injection of selenium and E vitamin on reproductive performance of sows and Se concentration in sow milk. *World Rev. Anim. Prod.* 28 (1): 67-71.
- **NEMEC M., BUTLER G., HIDIROGLOU M., FARNWORTH E.R., NIELSEN K., 1994.** Effect of supplementing gilts' diets with different levels of vitamin E and different fats on the humoral and cellular immunity of gilts and their progeny. *J. Anim. Sci.* 72 (3): 665-676.
- **NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1998.** *Nutrient Requirements of Swine*. 9th ed. p. 50. National Academy Press, Washinton, D.C.
- **OBERBACH H., HARTFIEL W., 1987.** Effects of different alpha-tocopherol and selenium additions in ratios with high contents of polyene acids on rainbow trouts (*Salmo gairdneri*, R.). *Fett Wissenschaft Technologie*, 89 (5): 195-199



- **PEPLOWSKY M.A., MAHAN D.C., MURRAY F.A., MOXON A.L., CANTOR A.H., EKSTROM K.E., 1980.** Effect of dietary and injectable vitamin E and selenium in weanling swine antigenically challenged with sheep red blood cells. *J. Anim. Sci.* 51 (2): 344-351.
- **RICE D.A., KENNEDY S., 1988.** Vitamin E and free radical formation. In: *Recent advances in Animal Nutrition*, 39-57. Nottingham University Press. SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC. USA.
- **WANG Y.H., LEIBHOLZ J., BRYDEN W.L., FRASER D.R., 1996.** Lipid peroxidation status as an index to evaluate the influence of dietary fats on vitamin E requirements of young pigs. *Br. J. Nutr.* 75 (1): 81-95.
- **WURYASTUTI H., STOWE H.D., BULL R.W., MILLER E.R., 1993.** Effects of vitamin E and selenium on immune responses of peripheral blood, colostrum, and milk. Leukocytes of sows. *J. Anim. Sci.* 71 (9): 2464-2472.
- **ZAPOROWSKA H., WASILEWSKI W., 1990.** Effect of vanadium on hemopoietic system and some peripheral blood indices in Wistar rats. *Bromatologia I Chemia Toksykologiczna*, 22(2): 121-125.30 A. DAZA *et al.*

**FUENTE:** Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim. Vol. 15 (1-2), 2000