

## información general

**Fecha:** jueves 3 y viernes 4 de agosto  
**Intensidad:** 16 horas  
**Horario:** jueves y viernes de 8:00 a.m. a 5:00 p.m.  
**Inversión:** hasta del lunes 24 de julio  
Estudiantes Unisalle y egresados \$ 90.000  
Estudiantes otras universidades \$ 120.000  
Profesionales y productores \$ 150.000  
A partir del martes 25 de julio  
Estudiantes Unisalle y egresados \$ 110.000  
Estudiantes otras universidades \$ 140.000  
Profesionales y productores \$ 170.000  
**Lugar:** Teatro La Floresta, Carrera. 7 N° 172-85 Universidad de La Salle

Cuenta de ahorros Banco Davivienda N° 0074-0032524-2. Indique en la consignación Universidad de La Salle, nombre del Seminario, nombre completo y número de cédula, enviar copia de la consignación y fotocopia de la cédula ampliada por ambos lados vía fax al teléfono: 348 8046

### Comité organizador:

Liliana Betancourt, Universidad de La Salle  
Abelardo Conde, Universidad de La Salle  
Hugo Romero, Universidad de Antioquia  
María Isabel Montoya, Premex S.A.

### Informes e inscripciones

#### Oficina de Extensión

Sede Chapinero  
Cra. 5 N° 59 A 44. P.B.X.: 348 8000  
Ext.: 1259-1270 fax: 3488046  
Correo electrónico: [extension@lasalle.edu.co](mailto:extension@lasalle.edu.co)

#### Facultad de Zootecnia

Sede La Floresta  
Cra. 7 N°172-85  
P.B.X: 677 2699 EXT: 216  
Correo electrónico: [fzootecnia@lasalle.edu.co](mailto:fzootecnia@lasalle.edu.co)

#### PREMEX S.A.

Medellín (4) 255 5711 ext.: 204



**UNIVERSIDAD DE LA SALLE**  
Educar para Pensar, Decidir y Servir  
FACULTAD DE ZOOTECNIA



**INVITAN**

## SEMINARIO INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ANIMAL

jueves 3 y viernes 4 de agosto de 2006  
Bogotá D.C., Colombia



**UNIVERSIDAD DE LA SALLE**  
Educar para Pensar, Decidir y Servir  
FACULTAD DE ZOOTECNIA



Investigación aplicada:  
soporte del desarrollo  
agroindustrial



PATROCINA  
  
**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**  
1803

## JUSTIFICACIÓN

La nutrición animal es considerada como una disciplina de continuo adelanto científico, el cual tiene aplicación práctica casi inmediata en el área comercial, por lo que se requiere una permanente actualización y discusión académica que genere desarrollo del sector.

Este evento propone reunir destacados egresados zootecnistas Lasallistas, y profesionales sobresalientes dedicados a la investigación y asesoría en el área de la nutrición animal en el ámbito nacional e internacional, para que compartan sus experiencias y adelantos científicos.

## OBJETIVOS

Actualizar a los participantes en los avances científicos y tecnológicos en el área de la nutrición aviar, porcina y acuícola, e incentivar alianzas interinstitucionales en el ámbito nacional e internacional.

Establecer un espacio de discusión e intercambio de experiencias en el área de la nutrición aviar, porcina y acuícola.

Fomentar vínculos entre la academia, los centros de investigación y la empresa privada para el fortalecimiento de la capacidad investigativa nacional.

## DIRIGIDO A

Profesionales del sector pecuario, empresas de alimentos balanceados, sector productivo y estudiantes.

## CONTENIDO PROGRAMÁTICO

### Jueves 3 de agosto de 2006

- \* Aditivos en la nutrición aviar, porcina y acuícola.
- \* El fósforo dietario, de nutriente esencial a contaminante principal.
- \* Control de olores molestos mediante manejo nutricional.
- \* Efecto nutracéutico de los aceites esenciales de orégano.
- \* Enzimas en nutrición de ponedora.
- \* Oportunidades y retos en el desarrollo del mercado de la proteína animal.
- \* Empleo de curvas e crecimiento en la definición de programas de alimentación de cerdos.

### Viernes 4 de agosto de 2006

- \* Tendencias en la formulación de proteína dietaria para pollo de engorde.
- \* Aminoácidos limitantes secundarios.
- \* Nutrición y alimentación de reproductores pesados.
- \* Proceso para importación de granos de Estados Unidos.
- \* Avances en la nutrición de tilapia.
- \* Encuentro de investigadores en nutrición animal.
- \* Uso de minerales orgánicos en la nutrición animal.

## CONFERENCISTAS

**Jorge Agudelo.** Zootecnista, Universidad de Antioquia, Ph.D Universidad de Kentucky, profesor asistente e investigador Universidad de Antioquia.

**Claudia Ariza.** Zootecnista Universidad de La Salle, M.Sc salud y producción animal Universidad Nacional de Colombia, Ph.D Universidad de Minnesota, Investigadora CORPOICA.

**Alejandro Corzo.** Zootecnista Universidad de La Salle, M.Sc Universidad estatal de Oklahoma, Ph.D. Universidad de Auburn y Profesor asistente de la Universidad de Mississippi.

**José Antonio Cuarón.** PhD. nutrición animal, Universidad de Illinois.

**Javier Darío Chica.** Zootecnista Universidad de Antioquia, M.Sc producción animal, Universidad de Chile.

**Alejandro Mesa.** Bsc. Agronomía, MBA, International Management. Thunderbirth the Garvin Graduate School of International Management.

**William Narváez.** Zootecnista Universidad de Nariño, PhD. nutrición animal, Universidad Estatal de Sao Paulo. M.Sc en nutrición animal, Universidad Federal de Viçosa.

**Hugo Romero.** Zootecnista Universidad de La Salle, M.Sc salud y producción animal Universidad Nacional de Colombia, Ph.D. Universidad Estatal de Carolina del Norte, profesor asistente e investigador Universidad de Antioquia.

**Ignacio Toro.** Publicidad y Mercadeo. Universidad Tadeo Lozano. Diplomado comercialización de cereales y leguminosas, Universidad de Kansas.

## **Propiedades nutraceuticas de aceites esenciales del orégano (AEO) en cerdos**

Claudia Ariza Nieto

Los productos nutraceuticos son el resultado de la extracción de componentes bioactivos presentes en "Alimentos Funcionales", que son aquellos recursos alimenticios que tienen la capacidad no solo de aportar nutrientes en la dieta sino también de ejercer efectos benéficos para la salud de humanos y animales. Los compuestos bioactivos pueden clasificarse en mayoritarios o minoritarios de acuerdo con el nivel presente en la planta.

En general, los fitoquímicos mayoritarios están involucrados en el metabolismo primario de la planta, es decir en aquellos aspectos bioquímicos que se relacionan en las funciones de mantenimiento, crecimiento y reproducción e incluyen carbohidratos, lípidos y proteínas. Los fitoquímicos minoritarios comprenden componentes que intervienen principalmente en el metabolismo secundario, es decir, en aspectos bioquímicos relacionados con los caracteres secundarios de la planta como: color, olor, sistemas de protección y defensa. Muchos de estos fitoquímicos minoritarios intervienen también en el metabolismo primario actuando como cofactores: iones y coenzimas. Dentro de esta categoría encontramos a las vitaminas, minerales y metabolitos secundarios.

Mientras los compuestos mayoritarios están presentes en el orden de gramos por cada 100 g de tejido vegetal, los minoritarios están presentes en la planta en microgramos a miligramos por cada 100 g de tejido vegetal. En este contexto, numerosos fitoquímicos tanto mayoritarios como minoritarios, han suscitado la atención de investigadores como potenciales componentes funcionales para ser adicionados a las dietas de humanos y animales, pero en este caso particular me referiré a las propiedades nutraceuticas del grupo mas promisorio de aceites esenciales por su multifuncionalidad como son los del orégano.

### **1. Métodos de extracción y componentes del AEO**

Métodos convencionales han sido utilizados para la extracción de aceites esenciales tales como la destilación con arrastre de vapor y el uso de solventes orgánicos. Sin embargo, en los últimos años ha crecido el interés por métodos alternativos como la extracción supercrítica y subcrítica con dióxido de carbono como solvente. Este gas es ideal ya que no es tóxico ni explosivo y es fácil de remover de los productos extraídos (Simándi et al., 1998; Thomann et al., 1993). Los rendimientos de extracción generalmente van desde el 1.8% hasta el 5.6% (McGimpsey et al., 1994).

A partir de estos procesos se han logrado identificar hasta 56 compuestos, pero solo se han encontrado diferencias cuantitativamente significativas en sólo dos fenoles isoméricos: carvacrol (0.1-56.6%) y timol (7.9-53.6%), incluyendo sus precursores biosintéticos el  $\rho$ -cimeno y el  $\gamma$ -terpineno (Russo et al., 1998). Algunos autores señalan preferencias por el aceite de orégano con mayor cantidad de carvacrol (McGimpsey et al., 1994). Otros estudios mercados como el Mejicano prefieren contenidos de timol superiores al 30% en muestras de orégano (*L. graveolens* Kunth) recolectadas en

Mejico (Uribe-Hernández, 1992). En contraste, Vernin et al. (2001) obtuvieron por hidrodestilación 45 compuestos que constituyeron el 92-93% del aceite con esta variedad siendo los componentes principales: carvacrol (71%) y timol (5%).

En este sentido, el termino “Orégano” comprende muchas subespecies (ssp) del *Origanum Vulgare*. La composición de los AEO varía según las subespecies y según la zona donde se cultive (Pino et al., 1997; Skuola et al., 1999). Algunos estudios muestran que la influencia de la subespecie predomina sobre la influencia ambiental (Chlodwig y Novak, 1997; De Mastro, 1997). Sin embargo, la influencia ambiental es preponderante en lo referente a densidad de plantas sembradas, estación del año de corte y la cantidad de agua usada en el riego (Marzi, 1997), e incluso la cantidad de luz artificial o natural usada en el cultivo de la planta en condiciones de invernadero (Putievsky et al., 1997).

En general, la subespecie *O. vulgare* ssp. *Hirtum* ha sido la más estudiada por su composición y calidad del aceite. En esta subespecie el rendimiento de los aceites esenciales en la hoja seca varía entre 2 a 6%. Este porcentaje se ve afectado por la altitud (Russo et al., 1998) y por la época de recolección, siendo este más bajo en el otoño (Kokkini et al., 1997). Los compuestos mayoritarios encontrados en *O. vulgare* ssp. *Hirtum* son el carvacrol, timol,  $\rho$ -cimeno y  $\gamma$ -terpineno, aunque en diversos estudios realizados con cromatografía de gases/espectrometría de masas se han identificado de 16 a 56 compuestos diferentes (Aligiannis et al., 2001; Russo et al., 1998). Estos componentes también se han encontrado en esa magnitud en *O. dictamnus* (Sivropoulou et al., 1996) y en especies como *O. scabrum* y *O. microphyllum* que contienen alrededor de 28 y 41 compuestos, respectivamente (Aligiannis et al., 2001). El aceite del orégano que crece en forma silvestre muestra los porcentajes incrementales de timol con un decremento en el contenido de carvacrol (Russo et al., 1998). De otra parte, los hidrocarburos monoterpénicos  $\rho$ -cimeno y  $\gamma$ -terpineno están presentes de manera constante en los aceites esenciales, pero siempre en cantidades menores a las de los dos fenoles descritos (Kokkini et al., 1997).

## **2. Propiedades funcionales de los AEO**

Algunas propiedades de los AEO han sido estudiadas debido al creciente interés por sustituir aditivos sintéticos en los alimentos. El orégano tiene una buena capacidad antioxidante y antimicrobiana, características importantes para la industria alimentaria, ya que pueden favorecer la inocuidad y estabilidad de los alimentos como también protegerlos contra alteraciones en sus perfiles lipídicos. Existen además estudios sobre el efecto antimutagénico y anticarcinogénico del orégano sugiriendo que estos aceites representan una alternativa potencial para el tratamiento y/o prevención de trastornos crónicos en humanos y animales (Arcila-Lozano et al., 2004). A continuación resumo algunas de estas propiedades.

### *Efecto antioxidante*

Los compuestos antioxidantes poseen la capacidad de proteger a las células contra el daño oxidativo, el cual provoca envejecimiento y enfermedades crónico-degenerativas, tales como el cáncer, enfermedad cardiovascular y diabetes en humanos. Los antioxidantes como los tocoferoles, los carotenoides, el ácido ascórbico y los

compuestos fenólicos se consumen naturalmente a través de los alimentos. Estos últimos se han aislado una amplia variedad de especias (Azuma et al., 1999).

El efecto antioxidante del orégano se debe a la presencia de grupos hidroxilo en los compuestos fenólicos descritos (Shahidi et al., 1992). Entre las diferentes variedades de orégano se han encontrado altos niveles de antioxidantes ( $>140$  mmol/100 g) (Dragland et al., 2003). El potencial antioxidante de los extractos de orégano ha sido determinado por su capacidad para inhibir la peroxidación lipídica, protegiendo al ADN del daño por radicales hidroxilo. A través de métodos de atrapamiento de peróxido de hidrógeno, atrapamiento de HOCl y por rancidez, los extractos de orégano han mostrado ser efectivos, en algunos casos a niveles superiores a los exhibidos por antioxidantes sintéticos como el BHT y BHA (Martinez-Tome et al., 2001). Sin embargo, sus aplicaciones industriales son limitadas debido al aroma y sabor que pueden conferir a los alimentos, por lo que se requiere de investigaciones en procesos de deodorización (Moure et al., 2001).

La actividad antioxidante depende del tipo y polaridad del solvente extractante; por ejemplo, los antioxidantes obtenidos con agentes lipofílicos como es el caso del orégano, son más efectivos en emulsiones (Moure et al., 2001). De otra parte, los AEO tiene actividad anti-radical y esta propiedad se le atribuye al carvacrol y timol (Deighton et al., 1993). El potencial antioxidante de extractos y aceites esenciales de diferentes variedades de orégano (*O. vulgare*, *O. compactum*, *O. majorana*) ha sido confirmadas en diferentes investigaciones (Baratta et al., 1998a; Baratta et al., 1998b; Baricevik y Bartol, 2002). Arcila-Lozano et al. (2004), evaluaron el potencial antioxidante de los aceites esenciales de orégano mexicano (*Lippia graveolens* Kunth) de hojas secadas a la sombra y al sol, la mejor actividad antioxidante, se obtuvo con el aceite de las hojas de orégano secadas a la sombra, siendo ésta dosis dependiente y mayor que la del BHT (Lecona-Urbe et al., 2003). Otros métodos que han sido empleados para medir el grado de oxidación son la técnica de espectroscopía de resonancia electrónica. *O. vulgare* y *O. onites*, sometidos a esta última determinación, demostraron alta actividad antioxidante en la etapa de propagación (índice antioxidativo 0.064 y 0.050, respectivamente) (Madsen et al., 1996). El orégano es también una fuente potencial de vitamina C y de otros compuestos antioxidantes como los carotenoides. En el orégano (*O. vulgare*) se ha encontrado un contenido de ácido ascórbico de  $26 \pm 3$   $\mu$ M/g, de luteína de  $206 \pm 6$   $\mu$ g/g y de zeaxantina de  $44 \pm 1$   $\mu$ g/g (Calucci et al., 2003).

Los extractos metanólicos del orégano también tiene un efecto antioxidante por la presencia de ácido cafeico y rosmarínico (Russo et al., 1998). Los glicósidos son capaces de liberar compuestos volátiles por hidrólisis ácida o enzimática, por lo que pueden considerarse como precursores de sustancias antioxidantes en las plantas. Los extractos del orégano mostraron actividad antioxidante en todos los tipos de grasas evaluadas (Madhavi et al., 1996; Shahidi y Naczki, 1995). En particular, las agliconas como la timoquinona presentan una actividad antioxidante equivalente e inhibieron la formación del hidroperóxido aún después de 80 días. Por su parte, el timol puro y la timoquinona tuvieron una actividad considerablemente menor, alcanzando un valor de peróxido de 250 mM/kg en tan sólo 30 y 22 días, respectivamente; valores que fueron comparables con el carvacrol (Exarchou et al., 2002; Milos et al., 2000; Vichi et al., 2001).

### Efecto antimicrobiano.

Los AEO han sido reconocidos por su actividad antimicrobiana (Deans y Ritchie, 1987; Hammer et al., 1999; Lis-Balchin y Hart, 1999). Debido a esta actividad han captado la atención como una alternativa al uso de antibióticos con propósitos terapéuticos.

El amplio rango de la actividad microbiana de los AEO ha sido publicada por diferentes grupos en estudios realizados *in-vitro* (Adam et al., 1998; Biondi et al., 1993; Deans y Ritchie, 1987; Dorman y Deans, 2000; Hammer et al., 1999; Manou et al., 1998; Sivropoulou et al., 1996; Stiles, 1995). La concentración mínima inhibitoria de los compuestos puros varía entre los diferentes estudios (Tabla 1).

Tabla 1. Concentración mínima inhibitoria (CMI, ppm) de AEO

Microorganismos	Carvacrol	Timol	Referencia
<i>Escherichia coli</i>	450	450	(Helander et al., 1998)
<i>Escherichia coli</i>	225	225	(Cosentino et al., 1999)
<i>Staphylococcus aureus</i>	450	225	(Cosentino et al., 1999)
<i>Candida albicans</i>	150	150	(Ali-Shtayeh et al., 1997)
<i>Candida albicans</i>	113	113	(Cosentino et al., 1999)
<i>Candida albicans</i>	200	NE	(Ferhout et al., 1999)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	500	500	(Ali-Shtayeh et al., 1997)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	>900	>900	(Cosentino et al., 1999)
<i>Salmonella typhimurium</i>	150	150	(Helander et al., 1998)
<i>Salmonella typhimurium</i>	225	56	(Cosentino et al., 1999)
<i>Streptococcus mutans</i>	125	250	(Didry et al., 1994)
<i>Streptococcus mitis</i>	125	125	(Didry et al., 1994)

NE: No se evaluó

Se ha encontrado que los AEO presentan actividad contra bacterias gram negativas como *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Yersinia enterocolitica* y *Enterobacter cloacae*; y las gram positivas como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Listeria monocytogenes* y *Bacillus subtilis* (Aligiannis et al., 2001; Elgayyar et al., 2001). Tienen además capacidad antifúngica contra *Cándida albicans*, *Cándida tropicalis*, *Torulopsis glabrata*, *Aspergillus Níger*, *Geotrichum* y *Rhodotorula*; pero no contra *Pseudomona aeruginosa* (Sivropoulou et al., 1996). Los dos fenoles, carvacrol y timol poseen los niveles más altos de actividad contra microorganismos, siendo el timol el más activo (Elgayyar et al., 2001; Sivropoulou et al., 1996). Otros compuestos, como el  $\gamma$ -terpineno y  $\rho$ -cimeno no han mostraron actividad contra las bacterias descritas (Aligiannis et al., 2001; Sivropoulou et al., 1996). Recientemente, los valores de la concentración mínima inhibitoria (CMI) para los aceites esenciales se han establecido entre 0.28-1.27 mg/ml para bacterias, y de 0.65-1.27 mg/ml para hongos (Aligiannis et al., 2001).

### *Actividad insecticida y estrogénica*

Los aceites esenciales de plantas representan una alternativa para la protección de los cultivos contra plagas (Isman, 2000). El carvacrol (61%) presente en el *O. syriacum* posee una concentración letal media (LC50) = 37.6 mg/L, seguido del timol (21.8%) con un LC50= 36 mg/L contra larvas del mosquito *Culex pipiens molestus*. (Traboulsi et al., 2002); mientras los aceites esenciales de *O. majorana* y *O. compactum* poseen una alta actividad insecticida contra huevos y adultos de *Mayetiola destructor* (Lamiri et al., 2001).

El estudio de la actividad estrogénica se ha centrado en la presencia de flavonoides que son un grupo de fitoquímicos que poseen actividad hormonal. La habilidad de proteger contra la osteoporosis y enfermedades cardiovasculares, acciones atribuidas a estrógenos endógenos como el 17 $\beta$ -estradiol ha permitido profundizar en el tema. Por otro lado, algunos de ellos presentan actividad antiestrogénica pues han demostrado prevenir la formación de tumores de mama (Frigo et al., 2002; Mauvais-Jarvis et al., 1986). En particular, Zava, et al. (1998) demostraron que el orégano (*O. vulgare*) tiene una alta capacidad para ligar progesterona, además, se le atribuye una ligera actividad estrogénica in vivo cuando es consumido a través de los alimentos (Howes et al., 2002; Zava et al., 1998).

### *Capacidad antígenotóxica*

La dieta es una fuente potencial de sustancias carcinogénicas a las que se exponen los humanos. Esto ha provocado un gran interés en buscar fuentes de nutrientes y de no-nutrientes que ayuden a prevenir o contrarrestar el efecto adverso de aditivos sintéticos, tóxicos naturales, sustancias generadas durante el procesamiento y contaminantes accidentales asociados con la incidencia de cáncer. Los aceites esenciales de orégano tiene la capacidad de inducir un incremento en la actividad de la enzima detoxificante glutatión S-transferasa (GST) cuando se administra oralmente, lo cual sugiere un potencial anticarcinogénico (Lam y Zheng, 1991).

Algunos modelos animales para el estudio del cáncer han demostrado que varios monoterpenos del orégano poseen propiedades anticarcinogénicas actuando a diferentes niveles moleculares y celulares (Loza-Tavera, 1999). Por ejemplo el carvacrol (50 y 100 $\mu$ M) reduce en 25 y 35 %, respectivamente, el número de células de melanoma murino con un potencial metastásico elevado (He et al., 1997). Los extractos acuosos de *O. vulgare* y *O. majorana* han presentado importantes efectos antimutagénicos (Nakate et al., 1989; Ueda et al., 1991). Los flavonoides, galangina y quercetina, obtenidos de extractos metanólicos de hojas de orégano (*O. vulgare*), tienen actividad antimutagénica contra sustancias encontradas comúnmente en los alimentos (Kanazawa et al., 1995). Un efecto protector de los aceites esenciales de orégano mexicano (*L. graveolens*) contra 1-nitropireno ha sido estudiado, con una reducción de la mutagenicidad del 46% a una dilución de 1.25 x 10<sup>-5</sup> (Arcila et al., 2003). Los aceites esenciales de *O. vulgare* (dilución hasta 1:10000) presentaron altos niveles de citotoxicidad contra células del cáncer ovárico en humano (He et al., 1997; Sivropoulou et al., 1996).

### 3. Efecto de los AEO en sistemas de producción porcina

Los AEO no solo han sido utilizados en producción porcina como alternativa de reemplazo a los promotores de crecimiento sintéticos, o para ayudar a la digestión o estimular el consumo de alimento en períodos críticos del crecimiento, sino también como aditivos alimenticios para mejorar los parámetros reproductivos de las cerdas (Khajareern y Khajareern, 2002). La actividad antibacteriana, antiinflamatoria, antioxidante y la habilidad de mejorar el apetito de las cerdas hacen que los AEO incrementen el consumo de alimento, reduzcan la mortalidad, mejoren la producción en el siguiente ciclo productivo y aumenten el ciclo de vida de las cerdas (Aeschbach et al., 1994; Didry et al., 1994). Khajareern y Khajareern, (2002) sugieren que el carvacrol y timol tienen un efecto sobre la capa superior y las tasa de recambio de enterocitos maduros en la superficie de la vellosidad intestinal. Este efecto funcional reduce la combinación de patógenos e incrementa la capacidad de absorción de nutrientes por parte de la cerda. De otra parte, estudios preliminares sugieren un efecto de los AEO sobre la fertilidad debido a la estabilización de la microflora intestinal, disminuyendo las poblaciones de microorganismos indeseables e incrementando la digestibilidad de nutrientes. En general, en estas circunstancias la salud de las cerdas se incrementa y la activación post-parto del sistema inmune influye de una manera positiva, disminuyendo la respuesta inmune de orden celular y la actividad leucocitaria a nivel del útero (Bilkei, 1995a).

Recientemente, el grupo de investigación en cerdos de la Universidad de Minnesota, llevo a cabo un estudio sistémico para evaluar el efecto de la suplementación de AEO en cerdas en un período de gestación-lactancia. En términos de reproducción, el número de cerdos nacidos vivos fue mayor cuando las cerdas fueron suplementadas con AEO durante la gestación (+1.1 lechones,  $P < 0.05$ ). Las cerdas suplementadas con AEO en durante un período gestación-lactancia incrementaron el peso de la camada al destete y la ganancia de peso corporal de la camada durante la lactancia (2.7 y 3.3 kg;  $P < 0.05$ ) comparado con cerdas sin suplementación. El valor de productividad en cría (BVSP) y el índice de productividad de la cerda (SPI) fueron mayores ( $P < 0.01$ ) en las cerdas suplementadas con AEO (104 v 99 y 115 v 98, respectivamente). El intervalo destete-servicio fue menor en las cerdas suplementadas con AEO, comparado con las cerdas sin suplementación (5 v 8 días). En las cerdas suplementadas, la tasa de crecimiento de los cerdos fue mayor ( $P < 0.01$ ) en los días 1-5, 9-12, y 16-19 de la lactancia. Adicionalmente, los lechones procedentes de cerdas suplementadas con AEO durante el período gestación-lactancia mostraron una mayor concentración del factor de crecimiento insulínico (IGF-1) al día 14 de lactancia (135 ng/ml), el cual se correlaciono positivamente con el peso corporal de los cerdos ( $P < 0.001$ ;  $R^2 = 0.71$ ) (Ariza-Nieto, 2005).

Al evaluar el efecto de la suplementación de AEO en las cerdas durante gestación-lactancia sobre la distribución de los linfocitos de la periferia se encontró que el porcentaje de  $\gamma\delta$  linfocitos aislados de lechones antes del destete fue mayor para cerdos con madres suplementadas con AEO, aunque esta diferencia no se mantuvo después del destete. Estos cerdos también mostraron una mayor actividad de células asesinas naturales (NK) durante la lactancia y esta actividad fue mayor antes del destete ( $P < 0.01$ ) (Ariza-Nieto, 2005). Los anteriores resultados muestran el amplio potencial durante el período gestación-lactancia de la suplementación de AEO, en términos del potencial y desarrollo integral del crecimiento de lechones al destete.

Varios estudios han demostrado que la adición de AEO después del destete mejoran los parámetros productivos y la salud de los cerdos en crecimiento (Bilkei y Gertenbach, 2001b, 2001a; Gertenbach y Bilkei, 2001; Gunter y Bossow, 1998). El estudio de la Universidad de Minnesota enfatiza en los efectos de arrastre de la suplementación de AEO durante gestación-lactancia y dietas post-destete sobre el crecimiento, la digestibilidad de la energía y el nitrógeno y la salud intestinal de los cerdos. Los cerdos destetos procedentes de hembras suplementadas con AEO crecieron más rápido después del destete comparado con los cerdos procedentes de cerdas sin suplementación (386 v 354 g/d,  $P < 0.01$ ). Los cerdos suplementados con AEO en el período post-destete presentaron una mejor utilización de la energía metabolizable, la cual fue comparable a la obtenida con un antibiótico promotor comercial. Los cerdos procedentes de cerdas suplementadas con AEO consumieron más nitrógeno ( $74.7 \pm 2.4$  vs.  $64.8 \pm 2.4$  g), excretaron más nitrógeno en las heces ( $4.7 \pm 0.2$  vs.  $3.8 \pm 0.2$  g), pero retuvieron más nitrógeno comparados con cerdos procedentes de madres sin suplementar ( $55.5 \pm 2.1$  vs.  $47.8 \pm 2.1$  g) ( $P < 0.05$ ). Los cerdos suplementados con AEO o con un antibiótico promotor presentaron una mayor relación vello:cripta en el intestino proximal y medio comparado con los controles. El grupo de cerdos sin ningún tipo de suplementación presentó un mayor conteo de coliformes ( $7.2 \times 10^5$  CFU  $ml^{-1}$ ) (Ariza-Nieto, 2005). Los anteriores resultados sustentan que los patrones de crecimiento durante la fase de estructuración de cerdos procedentes de madres suplementadas con AEO son comparables con los sistemas actuales de alimentación convencional con antibióticos promotores.

El estudio en referencia también muestra que la suplementación de la hembra influye sobre el comportamiento de los cerdos hasta el sacrificio en términos de ganancia de peso corporal y consumo de alimento. En este sentido, los cerdos procedentes de madres suplementadas crecieron más rápido y consumieron más alimento, con una diferencia en la ganancia de peso corporal de hasta 20 g/día comparado con cerdos sin suplementar. Se concluye desde el punto de vista biológico, la importancia de la suplementación con AEO para maximizar la producción de leche de la hembra y el incremento del peso corporal durante el ciclo destete-finalización. Las implicaciones económicas de estos hallazgos muestran para las condiciones de los Estados Unidos que el ingreso marginal sobre el costo del alimento (MOFC) fue mayor en las cerdas alimentadas con AEO durante un período gestación-lactancia comparado con los controles (+U\$ 57.30). El ingreso marginal sobre el costo del alimento (MOFC) por cerdo finalizado fue también mayor para los cerdos procedentes de hembras suplementadas (+U\$3.20). El ingreso marginal por cerdo producido suplementado con orégano a partir del destete fue mayor en U\$1.00 comparado con los controles sin suplementar (Ariza-Nieto, 2005).

## Bibliografía

- Adam, K., A. Sivropoulou, S. Kokkini, T. Lanaras, and M. Arsenakis. 1998. Antifungal activities of *origanum vulgare* subsp. *Hirtum*, *mentha spicata*, *lavandula angustifolia*, and *salvia fruticosa* essential oils against human pathogenic fungi. *J Agric Food Chem* 46: 1739-1745.
- Aeschbach, R., J. Loliger, B. C. Scott, A. Murcia, and O. I. Aruoma. 1994. Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food Chem Toxicol* 32: 31-36.
- Ali-Shtayeh, M., M. Al-Nuri, R. Yaghmour, and Y. Faidi. 1997. Antimicrobial activity of *micromeria nervosa* from the palestinian area. *J Ethnopharmacol* 58: 143-147.
- Aliyiannis, N., E. Kalpoutzakis, S. Mitaku, and I. Chinou. 2001. Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *origanum* species. *J Agric Food Chem* 49: 4168-4170.
- Arcila-Lozano, C. C., G. Loarca-Pina, S. Lecona-Urbe, and E. Gonzalez de Mejia. 2004. Oregano: Properties, composition and biological activity. *Arch Latinoam Nutr* 54: 100-111.
- Arcila, C., G. Loarca-Piña, S. Lecona-Urbe, and E. González de Mejía. 2003. Biological activity and composition of essential oil from mexican oregano. Botanical and dietary supplements for woman's health: Frontiers in research. In: *Functional Foods for Health Program 12th Annual Conference July 9-11, Schaumburg, IL.*
- Ariza-Nieto, C. J. 2005. Evaluation of oregano (*oreganum vulgare*) essential oils in swine production systems. Ph.D. Thesis. Minnesota, St. Paul.
- Azuma, K., K. Ippoushi, H. Ito, H. Higashio, and J. Terao. 1999. Evaluation of antioxidative activity of vegetable extracts in linoleic acid emulsion and phospholipid bilayers. *J Sci Food Agric* 79: 2010-2016.
- Baratta, M. T., H. J. D. Dorman, S. J. Deans, D. M. Biondi, and G. Ruberto. 1998a. Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. *J Essent Oil Res* 10: 618-627.
- Baratta, M. T., H. J. D. Dorman, S. G. Deas, A. C. Figueiredo, and G. Ruberto. 1998b. Antimicrobial and antioxidant properties of some comercial essential oils. *Flavour Frag J* 104: 286-292.
- Baricevik, D., and T. Bartol. 2002. Oregano. The genera *origanum* and *lippia*, London and New York.
- Bilkei, G. 1995a. Health herd strategy for improving the reproductive performance of pigs. In: *Proc. 8th In-between Symposium of the International Society for Animal Hygiene*, Hung Vet J. p 766-768.
- Bilkei, G., and W. Gertenbach. 2001a. Retrospektive untersuchung des kombinationseffektes höher vitamin e- und pflanzlicher oregano-futterzusätze auf

- die entwicklung von verzögert wachsenden mastschweinen. *Biol Tiermed* 3: 83-87.
- Bilkei, G., and W. Gertenbach. 2001b. Der einfluss von pflanzlichen futterzusatzstoffe in kombination mit linolensaure auf die immuninduzierte wachstumsverzo gerung nach dem absetzen. *Biol Tiermed* 3: 88-92.
- Biondi, D., P. Cianci, C. Geraci, G. Ruberto, and M. Piattelli. 1993. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from sicilian aromatic plants. *Flavour and Fragrance Journal* 8: 331-337.
- Calucci, L., C. Pinzino, M. Zandomeneghi, A. Capocchi, and S. Ghiringhelli. 2003. Effects of  $\gamma$ -irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spices. *J Agric Food Chem* 51: 927-934.
- Chlodwig, F., and J. Novak. 1997. Breeding of origanum species. In: S. Padulosi. (ed.) *Oregano. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Proceedings of the ipgri international workshop on oregano, 8-12 may 1996. Ciheam, valenzano (bari), italy. Institute of plant genetics and crop plant research, gatersleben/international plant genetic resources institute.* p 49-56, Rome, Italy.
- Cosentino, S., C. I. G. Tubero, B. Pisano, M. Satta, and V. Mascia. 1999. In vitro antimicrobial activity and chemical composition of sardinian thymus essential oils. *Lett Appl Microbiol* 29: 130-135.
- De Mastro, G. 1997. Crop domestication and variability within accessions of origanum genus. In: S. Padulosi (ed.) *Oregano. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Proceedings of the ipgri international workshop on oregano, 8-12 may 1996. Ciheam, valenzano (bari), italy. Institute of plant genetics and crop plant research, gatersleben/international plant genetic resources institute.* p 34-48, Rome, Italy.
- Deans, S. G., and G. Ritchie. 1987. Antibacterial properties of plant essential oils. *Int J Food Microbiol* 5: 165-180.
- Deighton, N., S. M. Gridewell, S. J. Deans, and B. A. Groodman. 1993. Identification by epr spectroscopy of carvacrol and thymol as the major sources of free radicals in the oxidation of plant essential oils. *J Sci Food Agric* 63: 221-225.
- Didry, N., L. Dubreuil, and M. Pinkas. 1994. Activity of thymol, carvacrol, cinnamaldehyde and eugenol on oral bacteria. *Pharm Acta Helv* 69: 25-28.
- Dorman, H. J., and S. G. Deans. 2000. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl Microbiol* 88: 308-316.
- Dragland, S., H. Senoo, K. Wake, K. Holte, and R. Blomhoff. 2003. Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants. *J Nutr* 133: 1286-1290.

- Elgayyar, M., F. A. Draughon, D. A. Golden, and J. R. Mount. 2001. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *J Food Protect* 64: 1019-1024.
- Exarchou, V. et al. 2002. Antioxidant activities and phenolic composition of extracts from greek oregano, greek sage, and summer savory. *J Agric Food Chem* 50: 5294-5299.
- Ferhout, H., J. Bohatier, J. Guillot, and J. C. Chalchat. 1999. Antifungal activity of selected essential oils, cinnamaldehyde and carvacrol against *malassezia furfur* and *candida albicans*. *J Essent Oil Res* 11: 119-129.
- Frigo, D. E., B. N. Duong, L. I. Melnik, L. S. Schief, and B. M. Collins-Burow. 2002. Flavonoid phytochemicals regulate activator protein-1 signal transduction pathways in endometrial and kidney stable cell lines. *Am Soc Nutr Sci* 132: 1848-1853.
- Gertenbach, W., and G. Bilkei. 2001. Der einfluss von pflanzlichen futterzusatzstoffe in kombination mit linolensaure auf die immuninduzierte wachstumsverzo gerung nach dem absetzen. *Biol Tiermed* 3: 88-92.
- Gunter, K. D., and H. Bossow. 1998. The effect of etheric oil from *origanum vulgare* (ropadiar) in the feed ration of weaned pigs on their daily feed intake, daily gains and food utilization. In: Proc. 15<sup>th</sup> IPVS Congress, Birmingham. p 223.
- Hammer, K. A., C. F. Carson, and T. V. Riley. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J Appl Microbiol* 86: 985-990.
- He, L., H. Mo, S. Hadisusilo, A. A. Qureshi, and C. E. Elson. 1997. Isoprenoids suppress the growth of murine b16 melanoma in vitro and in vivo. Biochemical and molecular roles of nutrients. *Am Soc Nutr Sci* 127: 668-674.
- Helander, I. M., H.-L. Alakomi, K. Latva-Kala, T. Mattila-Sandholm, and A. v. Wright. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. *J Agric Food Chem* 46: 3590-3595.
- Howes, M.-J., P. J. Houghton, D. J. Barlow, V. J. Pocock, and S. R. Milligan. 2002. Assessment of estrogenic activity in some common essential oil constituents. *J Pharmacy Pharmacol* 54: 1521-1528.
- Isman, M. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19: 603-608.
- Kanazawa, K., H. Kawasaki, K. Samejima, H. Ashida, and G. Danno. 1995. Specific desmutagens (antimutagens) in oregano against a dietary carcinogen, trp-p-2, are galangin and quercetin. *J Agric Food Chem* 43: 404-409.
- Khajareern, J., and S. Khajareern. 2002. The efficacy of *origanum* essential oils in sow feed. *International Pig Topics* 17.

- Kokkini, S., R. Karousou, A. Dardioti, N. Krigas, and T. Lanaras. 1997. Autumn essential oils of greek oregano. *Phytochem* 44: 883-886.
- Lam, L. K. T., and B. Zheng. 1991. Effects of essential oils on glutathione s-transferase activity in mice. *J Agric Food Chem* 39: 660-662.
- Lamiri, A., S. Lhaloui, B. Benjilali, and M. Berrada. 2001. Insecticidal effects of essential oils against hessian fly, *mayetiola destructor* (say). *Field Crops Res* 71: 9-15.
- Lecona-Urbe, S., F. G. Loarca-Piña, C. C. Arcila-Lozano, C. Díaz-Moscoso, and R. Ocampo. 2003. Nutraceutical potential of mexican oregano (*lippia graveolens* k). In: IFT Annual Meeting. p 14E-28.
- Lis-Balchin, M., and S. Hart. 1999. Studies on the mode of action of the essential oil of lavender (*lavandula angustifolia* p. Miller). *Phytother Res* 13: 540-542.
- Loza-Tavera, H. 1999. Monoterpenes in essential oils: Biosynthesis and properties. In: F. Shahidi, P. Kolodziejczyk, J. Whitaker, A. Lopez Munguía and G. Fuller (eds.) *Chemicals via higher plant bioengineering*. p 49-62. Plenum Press, USA.
- Madhavi, D. L., R. S. Singhal, and P. R. Kulkarni. 1996. Technological aspects of food antioxidants. In: D. L. Madhavi, S. S. Deshpande and D. K. Salunkhe (eds.) *Food antioxidants. Technological, toxicological and health perspectives* No. 4. p 159-265. Marcel Dekker, Inc.
- Madsen, H. L., B. Rud Nielsen, G. Bertelsen, and L. H. Skibsted. 1996. Screening of antioxidative activity of spices. A comparison between assays based on esr spin trapping and electrochemical measurement of oxygen consumption. *Food Chem* 57: 331-337.
- Manou, L., L. Bouillard, M. J. Devleeschouwer, and A. O. Barel. 1998. Evaluation of the preservative properties of thymus vulgaris essential oil in topically applied formulations under a challenge test. *J Appl Microbiol* 84: 368-376.
- Martinez-Tome, M. et al. 2001. Antioxidant properties of mediterranean spices compared with common food additives. *J Food Protect* 64: 1412-1419.
- Marzi, V. 1997. Agricultural practices for oregano. In: S. Padulosi (ed.) *Oregano. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 14. Proceedings of the ipgri international workshop on oregano, 8-12 may 1996. Ciheam, valenzano (bari), italy. Institute of plant genetics and crop plant research, gatersleben/international plant genetic resources institute. p 61-67, Rome, Italy.
- Mauvais-Jarvis, P., F. Kuttenn, and A. Gompel. 1986. Estradiol/progesterone interaction in normal and pathologic breast cells. *Annals New York Academy Sci* 464: 152-167.
- McGimpsey, J., M. Douglas, J. vanKlink, D. Beauregard, and P. NB. 1994. Seasonal variation in essential oil yield and composition from naturalized thymus vulgaris l. In new zealand. *Flavour and Fragrance Journal* 9: 347-352.

- Milos, M., J. Mastelic, and I. Jerkovic. 2000. Chemical composition and antioxidant effect of glycosidically bound volatile compounds from oregano (*origanum vulgare* L. Ssp. *Hirtum*). *Food Chem* 71: 79-83.
- Moure, A., J. M. Cruz, D. Franco, M. J. Núñez, and J. C. Parajó. 2001. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chem* 72: 145-171.
- Nakate, M., K. Kanazawa, M. Mizuno, N. Ueno, and T. Kobayashi. 1989. Herb-water extracts markedly suppress the mutagenicity of try-p-2. *Agric Biol Chem* 53: 1423-1425.
- Pino, J. A., P. Boroës, V. Fuentes, M. A. Martinez, and A. Rosado. 1997. Production of oregano in cuba: An alternative to importation. *Alimentaria* 1997; 35: 69-71.
- Putievsky, E., N. Dudai, and U. Ravid. 1997. Cultivation, selection and conservation of oregano species in israel. In: S. Padulosi (ed.) *Oregano. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 14. Proceedings of the ipgri international workshop on oregano, 8-12 may 1996. Ciheam, valenzano (bari), italy. Institute of plant genetics and crop plant research, gatersleben/international plant genetic resources institute. p 102-109, Rome, Italy.
- Russo, M., G. Galletti, P. Bocchini, and A. Carnacini. 1998. Essential oil chemical composition of wild populations of italian oregano spice (*origanum vulgare* ssp. *Hirtum* (link) *ietswaart*): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. 1. Inflorescences. *J Agric Food Chem* 46: 3741-3746.
- Shahidi, F., P. K. Janitha, and P. D. Wanasundara. 1992. Phenolic antioxidants. *Crit Rev Food Sci Nutr* 32: 67-103.
- Shahidi, F., and M. Naczk. 1995. Antioxidant properties of food phenolics *Food phenolics. Sources, chemistry, effects, applications*. No. 8. p 267. Technomic. Pub, Co., Inc.
- Simándi, B., M. Oszagyán, É. Lemberkovics, Á. Kéry, and J. Kaszács. 1998. Supercritical carbon dioxide extraction and fractionation of oregano oleoresin. *Food Res Int* 31: 723-728.
- Sivropoulou, A., E. Papanikolaou, C. Nikolaou, S. Kokkini, and M. Arsenakis. 1996. Antimicrobial and cytotoxic activities of *origanum* essential oils. *J Agric Food Chem* 44: 1202-1205.
- Skuola, M., P. Gotsiou, G. Naxakis, and C. B. Johnson. 1999. A chemosystematic investigation on the mono- and sesquiterpenoids in the genus *origanum* (*labiatae*). *Phytochem* 52: 649-657.
- Stiles, J. C. 1995. The inhibition of *candida albicans* by oregano. *J Applied Nutr* 47: 96-102.

- Thomann, R. J., J. Ehrich, and U. Bauermann. 1993. Destillation and use of essential oils from dill, celery, lovage and parsley made in germany. *Acta Horti* 333: 101-111.
- Traboulsi, A. F., K. Taoubi, S. El-Haj, J. M. Bessiere, and S. Rammal. 2002. Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (diptera: Culicidae). *Pest Management Sci* 58: 491-495.
- Ueda, S., Y. Kuwabara, N. Hirai, H. Sasaki, and T. Sugahara. 1991. Antimutagenic capacities of different kinds of vegetables and mushrooms. *J Japn Soc Food Sci Technol* 38: 507-514.
- Uribe-Hernández, C. J. 1992. The essential oil of *Lippia graveolens* h.B. K. From Jalisco México. *J Essential Oil Res* 4: 647-649.
- Vichi, S., K. Zitterl-Eglseer, M. Jugl, and C. Franz. 2001. Determination of the presence of antioxidants deriving from sage and oregano extracts added to animal fat by means of assessment of the radical scavenging capacity by photochemiluminescence analysis. *Nahrung* 45: 101-104.
- Zava, D. T., C. M. Dollbaum, and M. Blen. 1998. Estrogen and progestin bioactivity of foods, herbs, and spices. *Proc Soc Exp Biol Med* 217: 369-378.