

## Extractos comerciales de tomillo (*Thymus vulgaris*) y de algarrobo (*Ceratonía siliqua*) en la dieta de lechones destetados

Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández<sup>1</sup>; Pedro Antonio Del Carpio Ramos<sup>1</sup>;  
Carolina Bernardina Aguilar Patilongo<sup>3</sup>

### Resumen

El empleo de antibióticos promotores del crecimiento (APC) es, cada vez, menos sostenible en la alimentación de los cerdos comerciales destinados a la producción intensiva de carne, por lo que se está ensayando con alternativas dentro de las que se incluyen a los extractos de plantas (EP) con acción fitobiótica, como el tomillo (*Thymus vulgaris*) y el algarrobo europeo (*Ceratonía siliqua*). Se realizó el ensayo con 60 cerdos destetados con peso entre los 6 y 7 kilos, PIG x Camborough, hasta que concluyó la fase de Crecimiento I (33 días experimentales), con los siguientes tratamientos experimentales: T<sub>1</sub>, testigo; T<sub>2</sub>, 0.1 y T<sub>3</sub>, 0.2% de un producto comercial de extractos de tomillo y algarrobo europeo y se evaluó el efecto sobre el consumo de alimento, peso vivo, conversión alimenticia y mérito económico. Los resultados mostraron un efecto de ligera disminución del consumo de alimento, sin diferencias significativas entre tratamientos para el incremento de peso, ligera mayor eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso vivo en el Pre-Inicio e Inicio con 0.1% del producto, el mérito económico mostró la misma tendencia que la conversión alimenticia. Debido al, prácticamente, igual rendimiento se hace recomendable el empleo de 0.1% del producto en lugar de APC, disminuyendo de esta manera la posibilidad de antibiótico resistencia y probables mejoras en diferentes ítems de calidad de la carne.

**Palabras clave:** Tomillo; Algarrobo europeo; Lechones destetados; Dieta.

### Commercial extracts of thyme (*Thymus vulgaris*) and carob (*Ceratonía siliqua*) in the diet of weaned piglets

### Abstract

The use of growth promoters antibiotics (GPA) is, increasingly, less sustainable in the feeding of commercial pigs destined to the intensive production of meat, reason why it is being tested with alternatives which include the extracts of plants (EP) with phytobiotic action, such as thyme (*Thymus vulgaris*) and European carob (*Ceratonía siliqua*). The trial was carried out with 60 weaned pigs weighing between 6 and 7 kilos, PIG x Camborough, until the phase of Growth I (33 experimental days) ended, with the following experimental treatments: T<sub>1</sub>, control; T<sub>2</sub>, 0.1 and T<sub>3</sub>, 0.2% of a commercial product of thyme and European carob extracts and the effect on feed consumption, live weight, feed conversion and economic merit was evaluated. The results showed an effect of slight decrease in feed consumption, without significant differences between treatments for weight gain, slight greater efficiency in the use of feed to increase live weight in the Pre-Start and Start with 0.1% of the product, the Economic merit showed the same trend as the feed conversion. Due to, practically, the same performance, it is advisable to use 0.1% of the product instead of APC, thus decreasing the possibility of antibiotic resistance and probable improvements in different items of meat quality.

**Key words:** Thymus; European carob; Weaned piglets; Diet.

<sup>1</sup> Ingeniero Zootecnista, Maestro en Ciencias, Profesor Auxiliar FIZ-UNPRG; sergiodelcarpioher@gmail.com

<sup>2</sup> Ingeniero Zootecnista, Doctor en Ciencias, Profesor Principal FIZ-UNPRG; delcarpiofiz@hotmail.com

<sup>3</sup> Ingeniera Zootecnista, Profesora Principal FIZ-UNPRG; z.o.e.47@hotmail.com

## Introducción

La industria porcícola está buscando alternativas a los APC, entre estas se encuentran especies vegetales que tienen acción bacteriostática, antioxidante, inmuno-estimulante, entre otras; que permitirían protección de los lechones y, consecuentemente, mejor rendimiento.

Diferentes autores indican que los extractos de plantas (EP) se han utilizado en gran medida para la nutrición y la mejora de la salud humana. En la actualidad, se conocen miles de EP, cientos de los cuales son comercialmente importantes, especialmente para las industrias farmacéutica, agronómica, alimentaria, sanitaria, cosmética y de perfumes. Los extractos vegetales son de interés potencial debido a su efecto antiviral, antimicrobiano, antioxidante, antiinflamatorio y otros efectos biológicos (Baydar *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2004; Sökmen *et al.*, 2004; Sosa *et al.*, 2005; Dundar *et al.*, 2008).

Estas propiedades documentadas de los EP pueden conducir a la capacidad de utilizarlos, en lugar de antibióticos, en las dietas para mejorar el rendimiento y la salud de los animales. Varios estudios han revisado bien los aceites esenciales y sus efectos biológicos, tanto *in vitro* e *in vivo*, habiendo demostrado que pueden mejorar la salud animal a través de varios mecanismos, como la supresión directa de la proliferación de patógenos, la alteración de las poblaciones microbianas intestinales y la mejora de las funciones inmunitarias (Lee *et al.*, 2004; Pettigrew, 2006; Stein y Kil, 2006; Calsamiglia *et al.*, 2007; Bakkali *et al.*, 2008).

Los EP son los responsables del olor y el color de las plantas, y están constituidos de más de cien componentes individuales. Se describen como metabolitos secundarios de plantas y pueden obtenerse de forma natural a partir de partes de materiales vegetales, como flores, brotes, semillas, hojas, ramas, corteza, madera, frutas y raíces. Se indican cuatro métodos

comúnmente usados para extraer los EP, la destilación de vapor, la maceración, el prensado en frío y la extracción con solvente (Kerrola, 1995).

Por otra parte, los EP pueden sintetizarse directamente. Están en dos formas diferentes, aceite líquido y polvo sólido. A muchos de los aceites que conforman los EP se les denomina aceites esenciales (AE), son compuestos mixtos de aceite con variables composiciones y concentraciones químicas de compuestos individuales dependiendo de las plantas y los métodos de extracción; muchos son insolubles en agua (Lee *et al.*, 2004).

Muchos de los EP extraídos de plantas, verduras, o flores no son puros; es decir, los EP pueden contener entre 20 a 60 componentes en concentraciones muy diferentes. Los componentes principales pueden constituir hasta 85% de los AE, en tanto que otros pueden representar sólo trazas. Así, se ha reportado que la concentración de timol en *Origanum vulgare* puede variar desde trazas hasta 64%; en el caso de *Thymus vulgaris* desde 10 a 64%. Así mismo, se ha indicado que otro componente predominante, el carvacrol, puede variar desde trazas hasta 80% en *Origanum vulgare* y de 2 a 11% en *Thymus vulgaris*. Para el caso de cinnamaldehído, un componente principal del AE de canela, se han mencionado cantidades de aproximadamente 60 a 75% del aceite total. En consecuencia, debido a la gran variabilidad en la composición, los efectos biológicos de los diferentes lotes de este AE pueden diferir (Lawrence y Reynolds, 1984; Duke, 1986; Lens-Lisbone *et al.*, 1987; Burt, 2004; Surburg y Panten, 2006).

Básicamente, los extractos de plantas están constituidos de dos clases de compuestos, los terpenos y fenilpropanos. Los terpenos están constituidos de combinaciones de varios isoprenos, unidades de cinco carbonos de base. La bio-síntesis de los terpenos

se realiza principalmente a través de la ruta del ácido mevalónico; descrita en forma breve, tres unidades de acetato forman 3-hidróxi-3-metilglutaril-CoA (HMG-CoA), el que es convertido a ácido mevalónico por el enzima HMG-CoA reductasa, el ácido mevalónico puede ser convertido a isopentenil-1-5-pirofosfato (IPP) y dimetilalil-PP (DMAPP), los que entonces de combinan en la proporción molar 1:1 para generar al precursor de los mono terpenos, el geranyl pirofosfato (GPP). Se ha determinado que los mono terpenos (C<sub>10</sub>) son las moléculas más representativas que constituyen el 90% de los AE y permiten una gran variedad de estructuras; el timol y el carvacrol se sintetizan a partir de GPP y se clasifican como productos mono terpenos. La adición repetitiva de unidades IPP a DMAPP pueden formar los precursores de varias clases de terpenos, tales como C<sub>15</sub>, C<sub>20</sub>, C<sub>30</sub> (Bakkali *et al.*, 2008; Mizioro, 2011).

Los fenilpropanos son sintetizados a través de la ruta del ácido siquímico, que produce al aminoácido aromático fenilalanina; luego este aminoácido puede ser transconfigurado a ácido cinámico y ácido p-cumárico. Los compuestos fenilpropano más importantes son el eugenol, el trans-cinnamaldehído, y la capsaicina

(Seigler, 1998; Wilson *et al.*, 1998; Herrmann y Weaver, 1999).

En el Perú se está introduciendo un producto comercial constituido por la combinación de extractos comerciales de tomillo y semillas de algarrobo europeo, que poseen acción fitobiótica; por lo que es pertinente preguntar: ¿podrá el producto comercial de extractos de tomillo y semillas de algarrobo europeo reemplazar al antibiótico promotor del crecimiento permitiendo adecuado rendimiento de lechones destetados hasta alcanzar los 25 kilos de peso vivo?

Se consideró la siguiente hipótesis: La inclusión de un producto comercial de extractos de tomillo y semillas de algarrobo europeo permitirá reemplazar al antibiótico promotor del crecimiento permitiendo que los lechones recién destetados logren adecuado rendimiento hasta los 25 kilos de peso vivo.

Se tuvo en consideración los siguientes objetivos:

1. Determinar y evaluar el consumo de alimento;
2. Determinar y evaluar los incrementos de peso;
3. Determinar y evaluar la eficiencia técnica de utilización del alimento;
4. Determinar y evaluar la eficiencia económica del alimento.

## II. Material y Métodos

El ensayo se realizó en la granja Inveragro San Martín de Porres SAC del distrito de Jazán, Región Amazonas, y tuvo una duración efectiva de 33 días, correspondientes al pre-inicio (9), inicio (14) y crecimiento 1 (10 días).

Se evaluó los siguientes tratamientos:

**T<sub>1</sub>:** Testigo con APC

**T<sub>2</sub>:** 0.1% del producto comercial, sin APC

**T<sub>3</sub>:** 0.2% del producto comercial, sin APC

Se emplearon 60 cerdos recién destetados, de ambos sexos, comerciales; procedentes de madres Camborough y padres PIG 410 y 427.

En las primeras dos fases (pre-inicio e inicio) los cerditos recibieron raciones comerciales, de fórmula cerrada; para la fase de crecimiento I, una ración preparada en la granja, cuya fórmula composicional se presenta en la Tabla 1.; para los tratamientos II y III se extrajo el antibiótico de la fórmula.

El producto comercial evaluado se comercializa con el nombre de Dysantic® producido por la firma Dr Bata® Ltd (Biotechnology in Feeding) y comercializado en el país por la firma Phartec SAC, que es representante exclusivo en el Perú de la marca de origen. Para el producto se indica que es un suplemento alimenticio con extractos de plantas, específicamente del tomillo



(Thyme), del cual se obtienen aceites esenciales como el timol, carvacrol y flavonoides que poseen actividad bactericida, viricida e inmuno modulador y de las semillas de algarrobo (St. John's bread seeds) el cual contiene sustancias como la galactopiranososa que son polisacáridos que actúan como prebióticos.

**Tabla 1.**

**Composición porcentual de la ración local para cerdos en la fase de Crecimiento I**

Insumo	%
Maíz, amarillo nacional	27.6759
Arroz, granos partidos	25.0000
Soja, torta argentina-46	24.6722
Soja, harina integral extruida	05.0000
Arroz, polvillo	05.0000
Lactosa, 61%	04.9180
Hemoglobina bovina	01.5000
Fosfato mono-di-cálcico	01.0331
Carbonato de calcio	01.0056
Dextrosa monohidratada	01.0000
Plasma porcino – AP920	01.0000
Sal común	00.4111
Lisina – HCL	00.3150
Metionina DL	00.2334
Bicarbonato de sodio	00.2000
Trigo, afrecho	00.1723
Acidificante	00.1500
Treonina	00.1034
Anti-fúngico	00.1000
Veg-Pro, enzimas	00.1000
Proapak 13	00.1000
Mycosorb A+	00.1000
Amoxicilina, droga pura	00.0600
Sulfato de cobre	00.0600
Bio-colina	00.0400
Saborizante Star-Rich	00.0300
SSF, enzimas	00.0200

En instalaciones y equipo se empleó: corrales de material noble, provistos de parrilla en alto y permiten mantener lotes de 20 cerdos; cuentan con comederos de tipo tolva y bebederos de chupón. Además, se empleó una balanza con capacidad de 500 kilos, para pesar alimento y animales; lápices marcadores, libreta de campo, cámara fotográfica y ordenador electrónico.

Se consideró el siguiente planteamiento de hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

**H<sub>1</sub>: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO**

Las hipótesis se contrastaron mediante un Diseño Irrestrictamente al Azar, con el siguiente modelo probabilístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

En el que:  $Y_{ij}$ , es la variable evaluada;  $\mu$ , es el verdadero efecto medio;  $\tau_i$ , es el verdadero efecto del  $i$ -ésimo tratamiento;  $\xi_{ij}$ , es el verdadero efecto de la  $j$ -ésima unidad experimental sujeta a los efectos del  $i$ -ésimo tratamiento.

Se toleró una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (Ostle, 1979; Scheffler, 1982).

En cuanto a las técnicas experimentales, se seleccionó a los 60 cerdos (30 machos y 30 hembras), con un peso de destete entre los 6 y 7 kilos; los cerditos se trasladaron a corrales con capacidad de 20 (10 machos y 10 hembras) y piso de parrilla alta, provistos de comedero y bebederos de chupón.

Previo al traslado de los animales se procedió a hacer una limpieza profunda, flameado y desinfección con un producto comercial con glutaraldehído y amonio cuaternario.

Los cerditos se pesaron al inicio del ensayo (destete) y a los 9, 23 y 33 días post destete, implicando las fases de pre-inicio, inicio y crecimiento I.

El alimento se suministró en cantidades pesadas y el consumo se determinó por diferencia entre lo suministrado y el residuo. El alimento de las dos primeras etapas fue comercial y el de la tercera etapa se preparó en la granja.

En cuanto al manejo sanitario, además del mantenimiento de la limpieza en las instalaciones y equipo se aplicó la vacunación contra el cólera porcino. Los cerdos se supervisaron todos los días para determinar la presencia de diarreas.

Se evaluó las siguientes variables:

- Consumo de alimento



- Peso y cambios en el peso vivo
- Conversión alimenticia (kilos de alimento consumidos por kilo de peso vivo incrementado)
- Mérito económico (nuevos soles gastados en alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado)

Respecto al análisis estadístico, se aplicó la prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) con los pesos iniciales y los pesos de cada período; así mismo, se determinó la normalidad de la distribución, en cada período, a través de la aplicación de la dócima de Kolmogorov-Smirnov.

Se ejecutó el análisis de la varianza con los pesos.

## Resultados y Discusión

Los resultados de consumo de alimento se presentan en la Tabla 2, para cada uno de los períodos considerados y acumulado.

**Tabla 2.**  
**Consumo de alimento de lechones destetados que recibieron un producto comercial de extracto de plantas de acción fitobiótica**

Aspecto	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Lechones por tratamiento	20	20	20
Producto en la dieta, %	00	0.10	0.20
Consumo por lechón por período, Kg:			
Pre-Inicio	2.77	2.59	2.64
Inicio	9.92	9.54	10.1
Crecimiento I	8.49	7.92	8.32
Acumulado	21.2	20.1	21.1
Consumo por lechón por día, gramos:			
Pre-Inicio	308	288	293
Inicio	708	681	721
Crecimiento I	849	792	832
Acumulado	642	608	638

El comparativo porcentual indicó que en los tratamientos que recibieron el producto comercial el consumo indicó generalmente mermas en comparación con el testigo; así, respectivamente para los tratamientos del dos y tres, la disminución fue de 6.5 y 4.8% en el Pre-Inicio, en el Inicio sólo el tratamiento 2 presentó merma (3.8%) en tanto que el tratamiento 3 consumió 1.8% más que el testigo, nuevamente mermas de 6.7 y 2% en el Crecimiento I, en tanto que en el acumulado de 5.3 y 0.6%.

Los resultados relacionados con el peso vivo y los cambios en el peso se presentan en la Tabla 3, para cada uno de los períodos considerados.

El análisis estadístico mostró que hubo normalidad y homocedasticidad en la información

generada con los pesos corporales; al aplicar el análisis de la varianza se determinó que los pesos logrados por el tratamiento 2 en el Pre-Inicio fueron mejores; sin embargo, tal diferencia desaparece durante las siguientes fases; la ventaja del tratamiento 2 en el peso vivo es atribuible al mayor peso al inicio del ensayo que, al azar, se dio en este tratamiento.

**Tabla 3.**  
**Peso y cambios en el peso de lechones destetados que recibieron un producto comercial de extracto de plantas de acción fitobiótica**

Aspecto	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Lechones por tratamiento	20	20	20
Producto en la dieta, %	00	0.10	0.20
Peso vivo por lechón, Kg:			
Inicial	5.89	6.68	5.80
Pre-Inicio	8.45	8.96	8.04
Inicio	14.8	15.1	14.2
Crecimiento I	21.2	21.1	20.4
Incremento de peso vivo, kg/ lechón:			
Pre-Inicio	2.56	2.28	2.24
Inicio	6.32	6.12	6.18
Crecimiento I	6.43	6.01	6.22
Acumulado	15.3	14.4	14.6
Incremento promedio en todo el ensayo			
	0.46	0.44	0.44

Cuando se consideró la evaluación de los incrementos de peso se pudo determinar que los tratamientos 2 y 3 estuvieron por debajo del testigo, en cualquiera de los períodos considerados. Así, respectivamente, en el Pre-Inicio estuvieron en 11 y 12.6% por debajo del testigo; en el Inicio en 3 y 2%; en el Crecimiento I en 6 y 3%, y en el Acumulado en 5.8 y 4.4%. Como se puede notar el más afectado por el tratamiento 2. En ambos casos, se evidenció que los incrementos de peso

guardaron una relación directa con el consumo de alimento.

Los resultados de conversión alimenticia se presentan en la Tabla 4, para cada uno de los períodos considerados.

En el Pre-Inicio la conversión alimenticia de los tratamientos 2 y 3 fue menos eficiente que la del testigo en 5.1 y 8.98%, respectivamente; en el Inicio el tratamiento 2 fue ligeramente más eficiente (0.8%) y el tratamiento 3 fue 4.1% menos eficiente; en el Crecimiento I nuevamente el tratamiento 2 fue ligeramente más eficiente (0.2%) y el tratamiento 3 fue 1.3% menos eficiente; al considerar el valor acumulado se determinó que el testigo y el tratamiento 2 fueron prácticamente igual de eficientes, en tanto que el tratamiento 3 fue menos eficiente que el testigo en la utilización del alimento para incrementar peso vivo en 4.1%.

**Tabla 4.**  
**Conversión alimenticia de lechones destetados que recibieron un producto comercial de extracto de plantas de acción fitobiótica**

Aspecto	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Lechones por tratamiento	20	20	20
Producto en la dieta, %	00	0.10	0.20
Conversión alimenticia:			
Pre-Inicio	1.08	1.14	1.18
Inicio	1.57	1.56	1.63
Crecimiento I	1.32	1.32	1.34
Acumulada	1.38	1.39	1.44

Los resultados referidos al gasto en alimento para incrementar una unidad de peso vivo se presentan en la Tabla 5, para cada uno de los períodos considerados.

**Tabla 5.**  
**Mérito económico de lechones destetados que recibieron un producto comercial de extracto de plantas de acción fitobiótica**

Aspecto	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Lechones por tratamiento	20	20	20
Producto en la dieta, %	00	0.10	0.20
Mérito económico:			
Pre-Inicio	4.75	5.00	5.18
Inicio	5.02	4.99	5.23
Crecimiento I	2.43	2.43	2.46
Acumulado	3.89	3.92	4.05

El comportamiento del consumo según la presencia del producto comercial indicaría que hubo efecto negativo, cuya incidencia fue de mayor magnitud en el tratamiento 2, el de menor presencia del producto (0.1%), con el tratamiento 3 la tendencia no fue muy marcada, sobre todo si se tiene en cuenta las cifras de consumo acumulado, en las que el testigo y el tratamiento 3 fueron, prácticamente, iguales.

En función de la proporción del producto, el hecho de que a mayor dosis el consumo se haya visto menos afectado indicaría que se habría dado un proceso de acostumbamiento, como lo indican las cifras porcentuales.

Tabasum *et al.* (2016), al evaluar diferentes combinaciones de hierbas, reportaron disminución en el consumo de alimento. Sin embargo, otros investigadores indicaron que los EP mejoraron el consumo, es el caso de Simonson (2004) quien investigó sobre el efecto de la mostaza y de la casia; así mismo, Cullen *et al.* (2005) y Jans *et al.* (2007) determinaron incrementos en la cantidad de alimento consumido al evaluar la inclusión de ajo en la alimentación de cerdos en crecimiento-acabado. También existe información que indica que la presencia de los EP no tiene efecto alguno sobre el consumo de alimento, como es el caso de Sulabo *et al.* (2007).

Según Jacela *et al.* (2010), bajo las condiciones de la producción porcina moderna, los cerdos deben alimentarse con una dieta balanceada que satisfaga sus requerimientos nutricionales diarios para mantenimiento, crecimiento y reproducción. Sin embargo, la ingesta de nutrientes está determinada en gran medida por el consumo voluntario de alimento, que está muy influenciado por los sentidos químicos del olfato y el gusto. Por lo tanto, es esencial asegurarse de que las dietas que se ofrecen a los cerdos sean altamente apetecibles para garantizar un alto consumo de alimento. Esto es especialmente importante cuando los cerdos tienen menos apetito, como los primeros días después del destete. Por

lo tanto, se cree que la mejora del sabor o el olor a través del uso de saborizantes puede ayudar a mejorar la palatabilidad de las dietas y, en consecuencia, la ingesta de alimento.

Los mismos autores (Jacela *et al.*, op. cit.) consideran que se han identificado varios factores que afectan el consumo de alimento en los cerdos. En la mayoría de los casos, indican, la ingesta de alimento está influenciada por la interacción entre algunos o todos estos factores, que incluyen el ambiente térmico, factores sociales (Ej., densidad animal), factores animales (Ej., Genotipo) y factores dietéticos (Ej., densidad energética y palatabilidad). La palatabilidad de una dieta se refiere a sus características de aceptabilidad, incluido el sabor, el olor y la textura, que captan los sentidos de los cerdos antes de comer. Algunos EP pueden estimular el consumo, precisamente por que impresionan los sentidos odoríficos y gustativos de los animales; aunque también existen algunos que podrían ocasionar acción contraria, pero lo importante es que el consumo de alimento no se vea deteriorado; es decir, si no se promociona tampoco que se disminuya.

No obstante, lo reportado por los diferentes investigadores en este campo, las cifras de consumo de alimento deben analizarse con la eficiencia de utilización del alimento para ser más precisos en las posibles inferencias, ya que una ligera disminución en el consumo podría deberse a una mejor eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso.

Como en el caso del efecto sobre el consumo de alimento, se ha obtenido resultados de tipo contradictorio al evaluar el efecto de los EP sobre los incrementos de peso; en el sentido de que para algunos su uso ha sido positivo y para otros no se evidenció tipo alguno de efecto. Efectos promocionadores sobre los incrementos de peso han sido reportados por Grela *et al.* (1998) al emplear una combinación de hierbas en la alimentación porcina. En tanto que Ilsey *et al.* (2002), Allan y Bilkei (2005),

Ariza-Nieto *et al.* (2011) lograron obtener mayores incrementos de peso en lechones destetados al incluir orégano y cinnamaldehído en la alimentación de las madres. También mayores incrementos de peso se reportaron por Dunshea *et al.* (2003) al emplear un análogo de la capsaicina; por Simonson (2004) empleando mostaza y casia; por Cullen *et al.* (2005) y Jans *et al.* (2007) al utilizar extracto de ajo.

El timol y el carvacrol, constituyentes del orégano y del tomillo, se emplearon por Walter y Bilkey (2004) y reportaron mayores incrementos de peso. En tanto que Kotrotsios *et al.* (2012) emplearon harina de vainas de *Ceratonía siliqua* en cantidades pequeñas y determinaron mejores incrementos de peso.

Cómo se indicó al analizar el consumo de alimento, los principios contenidos en los fitobióticos realizan una serie de acciones que no sólo tienen que ver con los incrementos de peso, sino también con la eficiencia de utilización del alimento para ganar peso, la menor acumulación de grasa en los incrementos de peso, la salud del epitelio intestinal, etc. En consecuencia, no se puede discutir sobre una acción aislada, ya que la acción que realizan es compleja (varias acciones vinculadas). Se ha resalta particularmente la acción de control de bacterias de tipo patógeno a nivel del tracto gastrointestinal, la acción atrapadora de radicales libres (acción anti-oxidante) y la anti-inflamatoria.

Se asumió que el contenido de principios anti-bacterianos, anti-oxidantes y estimuladores de la inmunocompetencia en la proporción de 0.1% del producto permitirían conservar la integridad del epitelio intestinal y, de esta manera, permitir mejor eficiencia en la utilización del alimento y mayor eficiencia en el rendimiento (Suzuki y Furuta, 1988; Aeschbach *et al.*, 1994; Essawi y Srour, 2000; Hudaib *et al.*, 2002; Miura *et al.*, 2002; Soliman y Badlaa, 2002; Venturini *et al.*, 2002; Braga *et al.*, 2006; Zou *et al.*, 2016).



Además, las semillas de algarrobo europeo son portadoras también de principios prebióticos que permiten el desarrollo y establecimiento de flora benéfica en el intestino permitiendo mejores condiciones nutricionales para los animales, sobre todo tratándose de animales muy jóvenes.

Esto es importante si se tiene en consideración que el tratamiento 2 no empleó APC; el sólo hecho de lograr la misma eficiencia de utilización del alimento debería considerarse como resultado exitoso.

Toda empresa pecuaria, como en las empresas de cualquier rubro, busca obtener rentabilidad; es decir, económicamente busca márgenes positivos que le permitan mantenerse dentro del negocio. La rentabilidad implica que los ingresos estén por encima de los egresos; en éstos últimos, los costos juegan un rol muy importante. Por ejemplo, dependiendo de la madurez de la unidad productiva porcina, el costo de alimentación puede representar entre 60 y 70% del costo total de producción; esto implica que cualquier desbalance en este rubro puede llevar problemas de rentabilidad y mantenimiento de la empresa, por lo que debe buscarse siempre eficiencia; esta implica que se gaste menos dinero en alimento por cada kilo de peso incrementado, indicando mejor mérito económico.

Los valores de mérito económico tienden a manifestar una tendencia muy parecida a los de conversión alimenticia, la asociación entre estas dos variables es alta; sin embargo, en determinadas circunstancias puede lograrse excelentes conversiones alimenticias utilizando un producto muy caro y que se emplea en proporciones altas, ocasionando valores de mérito

económico ineficientes. No es una situación que se haya dado en el presente ensayo, se puede apreciar que con el tratamiento que incluyó 0.1% del producto evaluado el mérito económico es similar al obtenido con el testigo, resultado que indicó que puede emplearse el producto en lugar de APC.

Si bien podría objetarse que el producto no ha ocasionado ventajas en el mérito económico en comparación al tratamiento testigo, habría que tener en consideración que varias de las ventajas potenciales de los fitobióticos no entran en la estimación del valor del mérito económico. Por ejemplo, la disminución del riesgo de antibiótico resistencia, la mejora en la durabilidad de la carne, mejor calidad de la carcasa, etc., son características que mejoran considerablemente la capacidad del negocio porcino.

Las propiedades antibacterianas (Bishop, 1995; Hammer *et al.*, 1999; Dorman y Deans, 2000; Pandey *et al.*, 2000; Ultee y Smid, 2001; Pessoa *et al.*, 2002; Moon *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2006; Abed, 2007; Wong *et al.*, 2008; Garozzo *et al.*, 2009), antioxidantes (Economou *et al.*, 1991; Botsoglou *et al.*, 2002; Gülçin *et al.*, 2004; Oboh *et al.*, 2007; Slaménova *et al.*, 2008; Frankič *et al.*, 2010) y antiinflamatorias (MacMicking *et al.*, 1997; Dinarello, 2000; Hart *et al.*, 2000; Kim *et al.*, 2003; Aggarwal y Shishodia, 2004; Lang *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2005, 2007; Li *et al.*, 2006; Tung *et al.*, 2008; Dung *et al.*, 2009; Landa *et al.*, 2009), entre otras, sustentan el hecho de la conveniencia económica del empleo de fitobióticos sobre los APC, la acción de estos últimos no tiene un amplio abanico de posibilidades; sin embargo, es necesario realizar investigación complementaria al respecto.

## Conclusiones

1. La presencia de producto fitobiótico manifestó efecto de disminución sobre el consumo de alimento de los cerdos.

2. Los incrementos de peso no difirieron significativamente entre las diferentes proporciones del fitobiótico.

3. La conversión alimenticia tendió a presentar mayor eficiencia con 0.1% del producto, principalmente en las fases de Pre-Inicio e Inicio.

4. El mérito económico presentó comportamiento similar al obtenido con la conversión alimenticia.

### Agradecimiento

Expresamos nuestro agradecimiento a InverAgro San Martín de Porres y a la firma Phartec SAC por habernos

proporcionado las facilidades para la realización de la presente investigación.

### Referencias Bibliográficas

- Abed, L. F. (2007). Antimicrobial activity of essential oils of some medicinal plants from Saudi Arabia. *Saudi J. Biol. Sci.* 14:53-60.
- Aeschbach, R., Öliger, J. L., y Scott, B. C. (1994). Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food and Chemical Toxicology*, 32 (1): 31–36.
- Aggarwal, B. B., y Shishodia, S. (2004). Suppression of nuclear factor-kappa B activation pathway by spice-derived phytochemicals: reasoning for seasoning. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1030:434-441.
- Allan, P., y Bilei, G. (2005). Oregano improves reproductive performance of sows. *Theriogenology*. 63:716-721.
- Ariza-Nieto, C., Bandrick, M., Baidoo, S. K., Anil, L., Molitor, T. W., y Hathaway, M. R. (2011). Effect of dietary supplementation of oregano essential oils to sows on colostrum and milk composition, growth pattern and immune status of suckling pigs. *J. Anim. Sci.* 89:1079-1089.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., y Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food Chem. Toxicol.* 46:446-475.
- Baydar, H., Sağdıç, O., Özkan, G., y Karadoğan, T. (2004). Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*. 15:169-172.
- Bishop, C. D. (1995). Anti-viral activity of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *J. Essential Oil Res.* 7:641-644.
- Botsoglou, N. A., Florou-Paner, P., Christaki, E., Fletouris, D. J., y Spais, A. B. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *Br. Poult. Sci.* 43:223-230.
- Braga, P. C., Dal Sasso, M., Culici, M., Bianchi, T., Bordoni, L., y Marabini, L. (2006). Anti-inflammatory activity of thymol: inhibitory effect on the release of human neutrophil elastase. *Pharmacology*, 77 (3): 130–136.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *Int. J. Food Microbiol.* 94:223-253.
- Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P. W., Castillejos, L., y Ferret, A. (2007). Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 90:2580-2595.
- Cullen, S. P., Monahan, F. J., Callan, J. J., y O'Doherty, J. V. (2005). The effect of dietary garlic and rosemary on grower-finisher pig performance and sensory characteristics of pork. *Irish J. Agr. Food Res.* 44:57-67.
- Dinarello, C. A. (2000). Proinflammatory cytokines. *Chest*. 118:503-508.
- Dorman, H. J. D. y Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants:

- antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 88:308-316.
- Duke, J. A. (1986). CRC handbook of medicinal herbs. CRC press, Florida.<sup>[SEP]</sup>
- Dundar, E., Olgun, E. G., Isiksoy, S., Kurkcuoglu, M., Baser, K. H. C., y Bal, C. (2008). The effects of intra-rectal and intra-peritoneal application of *Origanum onites* L. essential oil on 2, 4, 6-trinitrobenzenesulfonic acid-induced colitis in the rat. *Exp. Toxicol. Pathol.* 59:399-408.
- Dung, N. T., Bajpai, V. K., Yoon, J. I., y Kang, S. C. (2009). Anti-inflammatory effects of essential oil isolated from the buds of *Cleistocalyx operculatus* (Roxb.) Merr and Perry. *Food Chem. Toxicol.* 47:449-453.
- Dunsha, F. R., Suster, D., Kerton, D. J., y Leury, B. J. (2003). A capsaicin analogue improves growth and dressing rate in pigs, particularly gilts. In J. E. Paterson (Ed.). *Manipulating pig production* (Vol. IX, pp. 26). Werrabee, Australia: *Australasian Pig Science Association Inc.*
- Economou, K. D., Oreopoulou, V., y Thomopoulos, C. D. (1991). Antioxidant activity of some plant extracts of the family Labiatae. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 66:792-799.
- Essawi, T. y Srour, M. (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 70 (3): 343-349.
- Frankič, T., Levart, A., y Salobir, J. (2010). The effect of vitamin E and plant extract mixture composed of carvacrol, cinnamaldehyde and capsaicin on oxidative stress induced by high PUFA load in young pigs. *Animal*. 4:572-578.
- Garozzo, A., Timpanaro, R., Bisignano, B., Furneri, P. M., Bisignano, G., y Castro, A. (2009). In vitro antiviral activity of *Melaleuca alternifolia* essential oil. *Lett. Appl. Microbiol.* 49:806-808.
- Grela, E. R., Krusiński, R., y Matras, J. (1998). Efficacy of diets with antibiotic and herb mixture additives in feeding of growing-finishing pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 7:171-175.
- Gülçin, İ., Şat, İ. G., Beydemir, Ş., Elmastaş, M., y Küfrevioğlu, Ö. I. (2004). Comparison of antioxidant activity of clove (*Eugenia caryophyllata* Thunb) buds and lavender (*Lavandula stoechas* L.). *Food Chem.* 87:393-400.
- Hammer, K. A., Carson, C. F., y Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J. Appl. Microbiol.* 86:985-990.
- Hart, P. H., Brand, C., Carson, C. F., Riley, T. V., Prager, R. H., y Finlay-Jones, J. J. (2000). Terpinen-4-ol the main component of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil), suppresses inflammatory mediator production by activated human monocytes. *Inflamm. Res.* 49:619-626.
- Herrmann, K. M. y Weaver, L. M. (1999). The shikimate pathway. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 50: 473-503.
- Hudaib, M., Speroni, E., Di Pietra, A. M., y Cavrini, V. (2002). GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variations during the vegetative cycle. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 29 (4): 691-700.
- Ilsley, S., Miller, H., Greathead, H., y Kamel, C. (2002). Herbal sow diets boost preweaning growth. *Feed Mix.* 10:24-25.
- Jacela, J. Y., DeRouchey, J. M., Tokach, M. D, Goodband, R. D, Nelssen, J. L., Renter, D. G., y Dritz, S. S. (2010). Feed additives for swine: Fact sheets-flavors and mold inhibitors, mycotoxin binders, and antioxidants. *Journal of Swine Health and Production*, 18(1): 27-32.
- Janz, J. A. M., Morel, P. C. H., Wilkinson, B. H. P., y Purchas, R. W. (2007). Preliminary investigation of the effects of low-level dietary inclusion of fragrant essential oils and oleoresins on pig performance



- and pork quality. *Meat Sci.* 75:350-355.
- Kerrola, K. (1995). Literature review: Isolation of essential oils and flavor compounds by dense carbon dioxide. *Food Rev. Int.*, 11:547-573.
- Kim, S. S., Oh, O., Min H., Park, E., Kim, Y., Park, H. J....Lee, S. K. (2003). Eugenol suppresses cyclooxygenase-2 expression in lipopolysaccharide-stimulated mouse macrophage RAW264.7 cells. *Life Sci.* 73:337-348.
- Kotrotsios, N. V., Christaki, E., Bonos, E., y Floru-Paneri, P. (2012). Dietary carob pods on growth performance and meat quality of fattening pigs. *Asian Australian Journal Animal Science*, 6: 880-885.
- Landa, P., Kokoska, L., Pribylova, M., Vanek, T., y Marsik, P. (2009). In vitro anti-inflammatory activity of carvacrol: inhibitory effect on COX-2 catalyzed prostaglandin E2 biosynthesis. *Arch. Pharm. Res.* 32:75-78.
- Lang, A., Lahav, M., Sakhnini, E., Barshack, I., Fidler, H. H., Avidan, B., Bardan, E., Hershkoviz, R., Bar-Meir, S., y Chowers, Y. (2004). Allicin inhibits spontaneous and TNF- $\alpha$  induced secretion of proinflammatory cytokines and chemokines from intestinal epithelial cells. *Clin. Nutr.* 23:1199-1208.
- Lawrence, B. M. y Reynolds, R. J. (1984). Progress in essential oils. *Perfumer and Flavorist.* 9:23-31.
- Lee, K. -W., H. Events, and A. C. Beynen. 2004. Essential oils in broiler nutrition. *Int. J. Poult. Sci.* 3:738-752.
- Lee, S. H., Lee, S. Y., Son, D. J., Lee, H., Yoo, H. S., Song, S., Oh, K. W., Han, D. C., B. M. K, y Hong, J. T. (2005). Inhibitory effect of 2'-hydroxycinnamaldehyde on nitric oxide production through inhibition of NF- $\kappa$ B activation in RAW 264.7 cells. *Biochem. Pharmacol.* 69:791-799.
- Lee, Y., Hung, S., Pai, S., Lee, Y., and Yang, S. (2007). Eugenol suppressed and expression of lipopolysaccharide-induced proinflammatory mediators in human macrophages. *J. Endod.* 33:698-702.
- Lens-Lisbonne, C., Cremieux, A., Maillard, C., and Balansard, G. (1987). Methods for evaluation of antibacterial activity of essential oils: application to essences of thyme and cinnamon. *J. Pharm. Belg.* 42:297-302.
- Li, W., Tsubouchi, R., Qiao, S., Haneda, M, Murakami, K, and Yoshino, M. (2006). Inhibitory action of eugenol compounds on the production of nitric oxide in RAW264.7 macrophages. *Biomed. Res.* 27:69-74.
- MacMicking, J., Xie, Q., y Nathan, C. (1997). Nitric oxide and macrophage function. *Annu. Rev. Immunol.* 15:323-350.
- Miura, K., Kikuzaki, H., y Nakatani, N. (2002). Antioxidant activity of chemical components from sage (*Salvia officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) measured by the oil stability index method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (7): 1845–1851.
- Miziorko, H. M. (2011). Enzymes of the mevalonate pathway of isoprenoid biosynthesis. *Arch. Biochem. Biophys.* 505:131-143.
- Moon, T., Wilkinson, J. M., y Cavanagh, H. M. A. (2006). Antiparasitic activity of two Lavandula essential oils against *Giardia duodenalis*, *Trichomonas vaginalis* and *Hexamita inflata*. *Parasitol. Res.* 99:722-728.
- Oboh, G., Puntel, R. L., y Rocha, J. B. T. (2007). Hot pepper (*Capsicum annum*, Tepin and *Capsicum chinese*, Habanero) prevent Fe<sup>2+</sup>-induced lipid peroxidation in brain – in vitro. *Food Chem.* 102:178-185.
- Ostle, B. (1979). Estadística Aplicada. Editorial LIMUSA. México, D. F.
- Pandey, R., Kalra, A., Tandon, S., Methrotra, N., Singh, H. N., y Kumar, S. (2000). Essential oils as potent sources of nematicidal

- compounds. *J. Phytopathology*. 148:501-502.
- Pessoa, L. M., Morais, S. M., Bevilaqua, C. M. L., y Luciano, J. H. S. (2002). Anthelmintic activity of essential oil of *Ocimum gratissimum* Linn. and eugenol against *Haemonchus contortus*. *Vet. Parasitol.* 109:59-63.
- Pettigrew, J. E. (2006). Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling pigs: dietary tools, part 1. *Anim. Biotechnol.* 17:207-215.
- Pinto, E., Pina-Vaz, C., Salgueiro, L., Gonçalves, M. J., Costa-de-Oliveira, S., Cavaleiro, C., Palmeira, A., Rodrigues, A., y Martinez-de-Oliveira, J. (2006). Antifungal activity of the essential oil of *Thymus pulegioides* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species. *J. Med. Microbiol.* 55:1367-1373.
- Scheffler, E. (1982). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Seigler, D. S. (1998). Phenylpropanoids. In: Plant secondary metabolism. D. S. Seigler. Ed. Kluwer Academic Publishers, Boston. pp. 106-129.
- Simonson, R. R. (2004). Antimicrobial properties of herbs and spices and their potential use in diets for pigs. Newport Laboratories, Inc. submitted to CRIS.
- Slamenova, D., Horvathova, E., Marsalkova, L., y Wsolova, L. (2008). Carvacrol given to rats in drinking water reduces the level of DNA lesions induced in freshly isolated hepatocytes and testicular cells by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. *Neoplasma*. 55:394-399.
- Sökmen, M., Serkedjieva, J., Daferera, D., Gulluce, M., Polissiou, M., Tepe, B., Akpulat, H. A., Sahin, F., y Sokmen, A. (2004). In vitro antioxidant, antimicrobial, and antiviral activities of the essential oil and various extracts from herbal parts and callus cultures of *Origanum acutidens*. *J. Agric. Food Chem.* 52:3309-3312.
- Soliman, K. M. y Badeaa, R. I. (2002). Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food and Chemical Toxicology*, 40 (11): 1669-1675.
- Sosa, S., Altinier, G., Politi, M., Braca, A., Morelli, I., y Loggia, R. D. (2005). Extracts and constituents of *Lavandula multifida* with topical anti-inflammatory activity. *Phytomedicine*. 12:271-277.
- Stein, H. H. y Kil, D. Y. (2006). Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling piglets: dietary tools, part 2. *Anim. Biotech.* 17:217-231.
- Sulabo R. C., Jacela J. Y., DeRouchey J. M., Tokach M. D., Neher F., Goodband R. D., Dritz, S. S. and Nelssen J. L. (2007). Effects of phytobiotics (BIOMIN® P.E.P.) on nursery pig performance. *Kansas Agric. Exp. Sta. Prog. Rep.* 985, 94-98.
- Surburg, H. y Panten, J. (2006). Common fragrance and flavor materials: preparation, properties and uses. Wiley-VCH, Weinheim, p 289-303.
- Suzuki, Y. y Furuta, H. (1988). Stimulation of guinea pig neutrophil superoxide anion-producing system with thymol. *Inflammation*, 12 (6): 575-584.
- Tabasum, S., Mun, H-S., Manirul, Md., Ko, S-Y., y Yang, C-J. (2016). Effects of dietary natural and fermented herb combination on growth performance, carcass traits and meat quality in grower-finisher pigs. *Meat Science*, 122: 7-15.
- Tung, Y., Chua, M., Wang, S., y Chang, S. (2008). Anti-inflammation activities of essential oil and its constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) twigs. *Bioresource Technol.* 99:3908-3913.
- Ultee, A. y Smid, E. J. (2001). Influence of carvacrol on growth and toxin production by *Bacillus cereus*. *Int. J. Food Microbiol.* 64:373-383.
- Venturini, M. E., Blanco, D., y Oria, R. (2002). In vitro antifungal activity of

- several antimicrobial compounds against *Penicillium expansum*. *Journal of Food Protection*, 65 (5): 834–839. [SEP]
- Walter, B. M. y Bilkei, G. (2004). Immunostimulatory effect of dietary oregano etheric oils on lymphocytes from growth-retarded, low-weight growing-finishing pigs and productivity. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*. 129:178-181.
- Wilson, D. J., Patton, S., Florova, G., Hale, V., y Reynolds, K. A. (1998). The shikimic acid pathway and polyketide biosynthesis. *J. In. Microbiol. Biotech*. 20:299-303.
- Wong, S. Y. Y., Grant, I. R., Friedman, M., Elliott, C. T., y Situ, C. (2008). Antibacterial activities of naturally occurring compounds against *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis. *Appl. Env. Microbiol.* 74:5986-5990.
- Zou, Y., Xiang, Q., Wang, J., Wei, H., y Peng, J. (2016). Effects of oregano essential oil or quercetin supplementation on body weight loss, carcass characteristics, meat quality and antioxidant status in finishing pigs under transport stress. *Livestock Science*, 192: 33–38.



