

Artículo Original. Septiembre-Diciembre 2016; 6(3):55-64. Recibido: 20/10/2016. Aceptado: 25/11/2016.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2016.63.5>

Respuesta productiva de cerdos en crecimiento-finalización a la suplementación con extracto de taninos

Productive response of growing-finishing pigs to the tannins extract supplementation

Aguirre-Meza Rubén ruben_69k@hotmail.com Romo-Rubio Javier romo60@uas.edu.mx

Barajas-Cruz Rubén rubar@uas.edu.mx Romo-Valdez Juan romo_14@hotmail.com

Güémez-Gaxiola Héctor hectorguem@gmail.com Urías-Castro Christian
el_magnum1@hotmail.com

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa. México. *Autor responsable y de correspondencia: Romo-Rubio Javier. Boulevard San Ángel s/n, Colonia San Benito, Culiacán, Sinaloa, México, CP 80246. romo60@uas.edu.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la respuesta productiva de cerdos en crecimiento-finalización bajo condiciones de estrés calórico al consumo de alimento adicionado con extracto de taninos hidrolizables (TH), se usaron 72 cerdos de 70 días de edad y $26.98 \pm \text{DE } 4.26$ kg de peso corporal, en un diseño experimental de bloques completos al azar. Los tratamientos fueron: 1) dietas a base de maíz y pasta de soya, con aporte nutrimental de acuerdo a la etapa productiva (testigo; $n = 36$); y 2) testigo más 0.2 % de extracto de TH ($n = 36$). Los cerdos fueron alojados en grupos de 3 hembras y 3 machos en 12 corraletas. A los datos se les aplicó un ANDEVA ($P \leq 0.05$). Los cerdos que consumieron alimento adicionado con TH durante la fase de crecimiento (día 1 – 49), tuvieron mejor ($P = 0.04$) ganancia diaria de peso (GDP; 0.802 vs. 0.680 kg). En el periodo de finalización (día 50 – 90) la GDP y conversión alimenticia (CA) no fueron afectadas ($P > 0.05$) por el tratamiento. Al considerar los dos periodos juntos (crecimiento y finalización, del día 1 – 90 de prueba), la adición de TH tendió a aumentar ($P = 0.06$) en 12.91 % la GDP (0.782 vs. 0.681), y el peso final en 9.26% (97.17 vs. 88.17 kg; $P = 0.06$). Se concluye que el consumo de dietas con 0.2 % de extracto de TH, mejora la GDP de los cerdos en crecimiento-finalización criados bajo condiciones de estrés calórico.

Palabras clave: cerdos, taninos, engorda.

ABSTRACT

With the objective of evaluate the productive performance of fattening pigs under heat stress conditions to the consumption of food supplemented with hydrolysable tannins extract (HT), 72 pigs of 70 days old and $26.98 \pm \text{SD } 4.36$ kg BW were used, in a complete randomized block experimental design. The treatments were: 1) Diets based on corn and soybean meal, with nutrient intake according to their productive stage (Control; $n = 36$), and 2) Control plus 0.2 % extract of HT ($n = 36$). Pigs were housed in groups of 3 females and 3 males in 12 pens. To the data applied ANOVA ($P < 0.05$). Pigs consuming food supplemented with HT during growth phase (day 1 – 49 of experiment) had better ($P = 0.04$) average daily gain (ADG; 0.802 vs. 0.680 kg). In the finalization period (day 50 – 90) the ADG and food conversion rate (FCR) were not affected ($P > 0.05$) by treatment. When taking together both periods (growth and finalization phase, day 1 - 90), the additional consumption of HT tended to increased ($P = 0.06$) the ADG in 12.91 % (0.782 vs. 0.681 kg), and the final body weight in 9.26 % (97.17 vs. 88.17 kg; $P = 0.06$). It is conclude that the consumption of diets with 0.2 % HT enhanced weight gain in the growing-finishing phases of pig fattening under heat stress conditions.

Key words: pigs, tannins, fattening.

INTRODUCCIÓN

Una alternativa para promover el crecimiento en los animales de granja es la adición de fitoquímicos y metabolitos secundarios de las plantas al alimento (Štukelj *et al.*, 2010), dentro de este grupo están los taninos; éstos, son compuestos polifenólicos utilizados por las plantas como un mecanismo de defensa en contra de los depredadores (Ventura *et al.*, 2013). Los taninos en altas concentraciones disminuyen el consumo de alimento (Jansman, 1995), lo que se ha observado con concentraciones mayores al 5 % de la materia seca (MS) de la dieta (Otero e Hidalgo, 2004). Esto se debe a su sabor amargo y capacidad astringente, lo que disminuye la aceptación de la ración (Hofmann *et al.*, 2006). Sin embargo, a bajas concentraciones mejoran la ganancia de peso en conejos y pollos (Zoccarato *et al.*, 2008; Schiavone *et al.*, 2008), y la conversión alimenticia en pollos (Schiavone *et al.*, 2008).

En los cerdos la respuesta al consumo adicional de extractos de taninos hidrolizables (TH) ha sido inconsistente. Estudios previos en esta especie, indican que el alimento con 0.15 % de extracto de TH disminuye la GDP (Štukelj *et al.*, 2010); y niveles de 0.2 % no modifican el CDA, GDP y CA (Prevolnik *et al.*, 2012); sin embargo, Brus *et al.* (2013) observó que 0.19% de TH suplementario mejoró la GDP. Además se ha sugerido una actividad bacteriostática de los TH sobre *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Enterobacter aerogenes* (Trentin *et al.*, 2013; Lim *et al.*, 2006) y bactericida en *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Acinetobacter anitratus*, *Bacillus licheniformis*, *Micrococcus sp.*, *Staphylococcus epidermidis*, *Salmonella typhi*, *Erwinia sp.* y *Klebsiella sp.* (Akter *et al.*, 2016; Lim *et al.*, 2006), *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Acinobacter calcoaticus* y *Staphylococcus saprophyticus* (Sulaiman *et al.*, 2011).

Se ha observado que los taninos hidrolizables tienen actividad antimicrobiana, principalmente contra bacterias Gram positivas (Lim *et al.*, 2006), en las que provoca cambios en la permeabilidad de la membrana celular con la consecuente disminución del volumen celular. Se ha sugerido que la menor actividad antimicrobiana contra bacterias Gram negativas se debe a que éstas tienen una pared celular rica en lipopolisacaridos, los que pueden restringir la difusión de los compuestos hidrófobos a través de la pared celular (Sulaiman *et al.*, 2011). Además, del efecto antimicrobiano, a los taninos se les atribuye actividad antioxidante, ya que son capaces de captar radicales libres (Gulcin *et al.*, 2010; Sulaiman *et al.*, 2011; Singh *et al.*, 2012, Taskin *et al.*, 2012; Rajamurugan *et al.*, 2013), lo que es importante considerar para mejorar la respuesta productiva de animales criados de manera intensiva y bajo ambientes adversos (Huerta *et al.*, 2005). El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta productiva de cerdos en crecimiento-finalización, criados bajo condiciones de estrés calórico al consumo de dietas adicionadas con 0.2 % de extractos de taninos hidrolizables.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante los meses de agosto a noviembre de 2014 en la Unidad Experimental para Cerdos de Engorda de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ubicada en la granja porcina “La Huerta”, localizada en Culiacán, Sinaloa, con coordenadas geográficas: 24° 49' 38" latitud Norte y 107° 22' 47" longitud Oeste, con una altitud de 60 msnm; el clima se clasifica como semiseco muy cálido, con temperatura media anual de 24.9°C, con máximas de 45°C en los meses de julio y agosto, y mínimas de 7°C en diciembre y enero. La precipitación pluvial es de 671.4 mm, con precipitaciones máximas en los meses de julio, agosto y septiembre. Durante el periodo de estudio, las temperaturas mínimas y máximas promedio registradas fueron 23 y 34.5 °C, respectivamente; y la humedad relativa promedio fue de 70 %.

Diseño experimental. Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar; el criterio de bloqueo fue el peso corporal inicial de los cerdos. Los tratamientos fueron: 1) dietas a base de maíz y pasta de soya, con aporte nutrimental de acuerdo a la etapa productiva (testigo; n = 36; Cuadro 1), y 2) testigo más 0.2% de extracto de taninos hidrolizables (TH; n = 36); los que se asignaron a 72 cerdos de 70 días de edad y 26.98 ±DE 4.26 kg de p.v., alojados en grupos de 3 hembras y 3 machos en 12 corraletas, considerando la corraleta como la unidad experimental. El extracto de taninos hidrolizables de castaño (*Castanea sativa*) fue proporcionado por Técnica Mineral Pecuaria S.A. (Guadalajara, Jalisco).

Cuadro 1. Dietas experimentales para cerdos en las etapas de crecimiento y finalización.

Ingrediente (% en la dieta)	Crecimiento	Finalización
Maíz	74.3	79.7
Pasta de soya	22.1	17.8
Aceite	1.1	0.5
Mic Crecimiento LP VIMIFOS® †	2.5	-
Mic Desarrollo LP VIMIFOS® †	-	2.0
	100%	100%
Análisis calculado		
E.M.(Mcal Kg ⁻¹)	3.357	3.356
Proteína (%)	17.210	15.580
Lisina (%)	1.043	0.892
Fibra (%)	2.521	2.527
Fósforo total (%)	0.543	0.455
Calcio (%)	0.629	0.530

† Microconcentrados Crecimiento y Desarrollo Lean Performance VIMIFOS, contienen: vitamina A, vitaminas del complejo B, Biotina, Colina, vitamina D₃, vitamina E, vitamina K, carbonato de calcio, fosfato monodivale, sal, Cu, Fe, Mn, Se, I, Zn, Aminoácidos sintéticos (Lisina y Treonina) y enzimas (fitasas).

Manejo de los animales. Los cerdos, pesados e identificados fueron alojados en corraletas en grupos de seis, cada una con un espacio de 10.5 m² (7 x 1.5 m), que incluye 1.5 m² de charca, con piso de concreto y totalmente techadas, equipadas con comedero de plástico tipo tolva y bebedero de chupón integrado. Los cerdos tuvieron acceso permanente a agua de bebida y alimentación *ad libitum*.

Mediciones. Los cerdos fueron pesados al inicio (día 0) del experimento y posteriormente a los 49 y 90 días de iniciada la prueba, para determinar el promedio de ganancia diaria de peso en cada uno de los periodos de estudio. El alimento ofrecido, a los cerdos de cada corraleta, fue registrado y al final de cada periodo (día 49 y 90) se determinó el promedio de consumo diario de alimento. Con base en el promedio de consumo diario de alimento y ganancia diaria de peso se calculó la conversión alimenticia.

Medición de la temperatura y humedad relativa. Los datos de temperatura (t °C) y humedad relativa (HR, %) fueron tomados con un termo-higrómetro ubicado en la unidad experimental y registrados diariamente durante el periodo experimental. Con los datos de t y HR se calculó el índice de temperatura y humedad (THI) con la fórmula $THI = [0.8 \times \text{temperatura ambiente}] + [(\% \text{ de HR}/100) \times (\text{temperatura ambiente} - 14.4)] + 46.4$ (Mader *et al.*, 2006).

Análisis estadístico. A los datos de consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, peso final y conversión alimenticia, obtenidos durante la fase de crecimiento y finalización, así como en todo el periodo de prueba; se les aplicó un ANDEVA (Steel y Torrie, 1985), para un diseño de bloques completos al azar, utilizando el módulo de análisis de Varianza/covarianza del procedimiento para Modelos Lineales Generales de la Versión 8, del Paquete Estadístico Statistix®. Se fijó un alfa máximo de 0.05 para aceptar diferencia estadística y se consideró a cada corraleta como la unidad experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los indicadores de las condiciones climáticas prevalecientes durante el experimento se muestran en el Cuadro 2.

La influencia de la adición de extractos de taninos hidrolizables en el desempeño productivo de los cerdos en crecimiento-finalización se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Condiciones climáticas prevalecientes durante el experimento.

Variables	Etapas					
	Crecimiento		Finalización		Experimento Completo	
	Media	DE ¹	Media	DE ¹	Media	DE ¹
Temperatura, °C						
Mínima	23.7	2.0	22.1	1.8	23	2.1
Máxima	35.3	1.9	35.5	2.3	35.4	2.1
Media	30.2	1.4	30.0	1.4	30.1	1.4
Humedad relativa, %	72.6	5.2	66.9	6.0	70.0	6.2
THI ²	82.03		80.83		81.47	

¹Desviación estándar

²THI = [0.8 x temperatura ambiente] + [(% de humedad relativa /100) x (temperatura ambiente – 14.4)] + 46.4 (Mader *et al.*, 2006)

Durante la fase de crecimiento que contempla del día 1 al día 49 de prueba (70 a 119 días de edad), la adición de 0.2 % de extracto de TH mejoró la ganancia diaria de peso (GDP) en 15.22 % (0.802 vs. 0.680 kg; P = 0.04); estos resultados son similares a los obtenidos por Brus *et al.* (2013), quien observó un incremento del 11.49 % en la GDP en cerdos con edades cercanas a las del presente trabajo (82 y 127 días de edad), que consumieron dietas suplementadas con 0.19 % de TH; sin embargo dichos animales se mantuvieron bajo ambiente controlado por termostato. También en otras especies animales se ha informado de efectos benéficos, por ejemplo, en pollos que recibieron dietas adicionadas con 0.2 % de TH elevaron en 6.3 % la GDP (Schiavone *et al.*, 2008); sin embargo, en un estudio previo, Štukelj *et al.* (2010), sugirió que el consumo de alimento con 0.15 % de TH no beneficia la GDP en cerdos de 49 a 70 días de edad.

El efecto benéfico de la adición de los extractos de TH en la dieta de los monogástricos es atribuible a una disminución en la carga microbiana a nivel intestinal (Schiavone *et al.*, 2008). Por su parte Brus *et al.* (2013), observó una mayor proporción de bacterias ácido lácticas y una disminución de *E. coli* y *Campylobacter sp* en el intestino de cerdos alimentados con dietas conteniendo 0.19 % de TH. También, se ha señalado que los TH tienen efectos bacteriostáticos y bactericidas, principalmente sobre bacterias Gram positivas (Lim *et al.*, 2006; Sulaiman *et al.*, 2011; Trentin *et al.*, 2013; Akter *et al.*, 2016).

El consumo diario de alimento (CDA) fue 7.76 % mayor en los cerdos que consumieron dietas adicionadas con extracto de TH (P < 0.01), pero al calcular el consumo expresado como proporción del peso vivo, no se encontró diferencia estadística; lo que puede explicar que los cerdos del tratamiento que recibieron alimento que contenía extractos de

TH, hayan consumido más alimento debido a su mayor peso corporal. La conversión alimenticia (CA) en esta fase, no fue modificada ($P = 0.19$) por la adición de 0.2 % de TH. Resultados similares se obtuvieron con la inclusión de 0.19 % y 0.20 % de extractos de TH en dietas para cerdos (Brus *et al.*, 2013; Prevolnik *et al.*, 2012).

Durante la fase de finalización del día 50 al 90 de la prueba (120 a 160 días de edad) la GDP y CA no fueron modificadas por el tratamiento, pero el CDA de los cerdos suplementados con TH fue mayor ($P = 0.02$) en 17.4 %; sin embargo, esto se debió al mayor peso con que iniciaron los cerdos esta etapa. El mismo comportamiento se observó en esta variable al analizar el periodo completo de estudio (70 a 160 días de edad).

Los resultados de todo el periodo de prueba (70 a 160 días de edad) muestran que los cerdos que consumieron alimento adicionado con extracto de TH, tuvieron una mejora ($P = 0.06$) del 12.91 % en la GDP (0.782 vs. 0.681 kg). En un estudio realizado por Prevolnik *et al.* (2012) no se observó modificación en la GDP en cerdos (30-100 kg p.v.) usando dietas adicionadas con 0.20 % de extracto de TH. Sin embargo, Zoccarato *et al.* (2008) obtuvo mejoras del 8.9 % en la GDP en conejos de engorda al consumir dietas con 0.45 % de extractos de TH, criados bajo condiciones de verano.

De acuerdo con la interpretación de la escala de resultados del THI (Normal THI < 74; Alerta 75 < THI < 78; Peligro 79 < THI < 83; y Emergencia THI > 84; Mader *et al.*, 2006), los valores de THI que oscilaron entre 80 y 82, en el presente estudio, indican que los cerdos a lo largo de todo el experimento se encontraron en una situación de peligro fisiológico, debido al estrés calórico al que estuvieron sujetos. Los cerdos tienen una zona de termoneutralidad de 12 a 24°C (Quiniou *et al.*, 2001), por lo que ambientes con temperaturas y humedades relativas elevadas predisponen a los cerdos a sufrir estrés agudo (Pearce *et al.*, 2012; Pearce *et al.*, 2013), ocasionando un incremento en la producción de radicales libres (Ray *et al.*, 2012).

De manera normal los organismos tienen una red antioxidante que los protege de los efectos nocivos de los radicales libres (Birben *et al.*, 2012); sin embargo, cuando existe un desequilibrio entre la generación de éstos y la capacidad de defensa antioxidante del organismo, se produce estrés oxidativo, que trae consigo trastornos en los procesos celulares (Birben *et al.*, 2012, Ray *et al.*, 2012).

Durante el experimento la temperatura ambiental promedio registrada fue de 30.1°C, sin embargo al combinar esta temperatura con la humedad relativa promedio, que fue de 70 %, el índice de temperatura y humedad resultante fue de 81.5, valor considerado como de peligro por estrés calórico para los animales (Mader *et al.*, 2006), lo que pudo inducir un aumento en la peroxidación. Varios autores (Gulcin *et al.*, 2010; Sulaiman *et al.*, 2011;

Maqsood *et al.*, 2012; Singh *et al.*, 2012, Taskin *et al.*, 2012; Rajamurugan *et al.*, 2013) señalan la capacidad de los taninos para actuar como antioxidantes biológicos, captando los radicales libres en la membrana celular, mitocondrial y en el retículo endoplásmico liso; por lo que se asume que en el presente experimento, el consumo de dietas adicionadas con 0.2 % de extractos de TH, pudo haber contribuido a disminuir el estrés oxidativo en los cerdos, mejorando su comportamiento productivo.

Cuadro 3. Influencia de la adición de extractos de taninos hidrolizables en el desempeño productivo de cerdos en crecimiento-finalización

Variable	Tratamientos		EEM ¹	Valor de p
	Testigo	TH		
Peso, kg				
Día 1	26.85	26.82	0.139	0.92
Día 49	60.18	66.11	1.527	0.05
Día 90	88.17	97.17	2.610	0.06
Ganancia diaria de peso, kg				
Días 1 a 49	0.680	0.802	0.030	0.04
Días 50 a 90	0.683	0.758	0.034	0.18
Días 1 a 90	0.681	0.782	0.029	0.06
Consumo diario, kg				
Días 1 a 49	1.675	1.805	0.012	< 0.01
Días 50 a 90	2.078	2.440	0.069	0.02
Días 1 a 90	1.858	2.093	0.029	< 0.01
Consumo de alimento, % de PV ²				
Días 1 a 49	3.84	3.89	0.069	0.68
Días 50 a 90	2.79	3.00	0.069	0.07
Días 1 a 90	3.23	3.38	0.039	0.03
Conversión alimenticia (Kg Kg ⁻¹)				
Días 1 a 49	2.460	2.261	0.092	0.19
Días 50 a 90	3.071	2.339	0.078	0.20
Días 1 a 90	2.726	2.680	0.074	0.68

¹ Error estándar de la media, ²Peso vivo

CONCLUSIÓN

El consumo de dietas adicionadas con 0.2% de extracto de taninos hidrolizables, mejoran la ganancia diaria de peso y el peso final de los cerdos en crecimiento-finalización, criados bajo condiciones de estrés calórico.

LITERATURA CITADA

AKTER K, Barnes EC, Brophy JJ, Harrington D, Elders YC, Vemulpad SR, Jamie F. Phytochemical Profile and Antibacterial and Antioxidant Activities of Medicinal Plants Used by Aboriginal People of New South Wales, Australia. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2016; ID 4683059:1-14. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/4683059>

BIRBEN E, Murat SU, Sackesen C, Erzurum S, Kalayci O. Oxidative Stress and Antioxidant Defense. World Allergy Organization Journal. 2012; 5:9-19. DOI:[10.1097/WOX.0b013e3182439613](https://doi.org/10.1097/WOX.0b013e3182439613)

BRUS M, Dolinšek J, Cencič A, Škorjanc D. Effect of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood tannins and organic acids on growth performance and fecal microbiota of pigs from 23 to 127 days of age. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2013; 19:4: 841-847. www.agrojournal.org/19/04-35.pdf.

GULCIN I, Huyut Z, Elmastas M, Aboul-Enein HY. Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. Arabian Journal of Chemistry. 2010; 3:43-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2009.12.008>

HOFMANN T, Glabasnia A, Schwarz B, Wisman KN, Gangwer KA, Hagerman AE. Protein binding and astringent taste of a polymeric procyanidin, 1, 2, 3, 4, 6-penta-O-galloyl-beta-D-glucopyranose, castalagin, and grandinin. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006; 54:9503–9509. DOI: 10.1021/jf062272c

HUERTA JM, Ortega CME, Cobos PM, Herrera HJG, Díaz-Cruz A, Guinzberg PR. Estrés oxidativo y el uso de antioxidantes en animales domésticos. Interciencia. 2005; 30:728-734. www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci...18442005001200002

JANSMAN AJ, Verstegen MW, Huisman J, Van den Berg JW. Effects of hulls of faba beans (*Vicia faba* L.) with a low or high content of condensed tannins on the apparent ileal and fecal digestibility of nutrients and the excretion of endogenous protein in ileal digesta and feces of pigs. Journal of Animal Science. 1995; 73:118-127. DOI:10.2527/1995.731118x

LIM SH, Darah I, Jain K. Antimicrobial activities of tannins extracted from *Rhizophora apiculata* Barks. Journal of Tropical Forest Science. 2006; 18(1):59-65. <https://www.frim.gov.my/v1/jtfsonline/jtfs/v18n1/59-65.pdf>

MADER TL, Davis MS, Brown-Brandl T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. Journal of Animal Science. 2006; 84:712-719. <http://digitalcommons.unl.edu/animalscifacpub/608>

MAQSOOD S, Benjakul S, Balange AK. Effect of tannic acid and kiam wood extract on lipid oxidation and textual properties of fish emulsion sausages during refrigerated storage. Food Chemistry. 2012; 130:408-416. DOI:[10.1016/j.foodchem.2011.07.065](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.065)

OTERO MJ, Hidalgo GL. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales.

Sitio Argentino de Producción Animal. 2004; 16:1-11. www.produccion-animal.com.ar/.../64-taninos_en_forrajeras.pdf

PEARCE SC, Gabler NK, Ross JW, Escobar J, Patience JF, Rhoads RP, Baumgard LH. The effects of heat stress and plane of nutrition on metabolism in growing pigs. Journal of Animal Science. 2013; 91:2108–2118. DOI:10.2527/jas.2012-5738

PEARCE SC, Mani V, Boddicker RL, Johnson JS, Weber TE, Ross JW, Baumgard LH, Gabler NK. Heat stress reduces barrier function and alters intestinal metabolism in growing pigs. Journal of Animal Science. 2012; 90(Suppl 4):257–259. DOI: 10.2527/jas52339

PREVOLNIK M, Škrlep M, Brus M, Pugliese C, Čandek-Potokar M., Škorjanc D. Supplementing pig diet with 0.2% sweet chestnut (*castanea sativa* mill.) wood extract had no effect on growth, carcass or meat quality. Acta Agriculturae Slovenica. 2012; Suppl. 3:83 - 88. aas.bf.uni-lj.si/zootehnika/supl/3-2012/PDF/3-2012-83-88.pdf

QUINIOU N, Noblet J, van Milgen J, Dubois S. Modelling heat production and energy balance in group-housed growing pigs exposed to low or high ambient temperatures. British Journal of Nutrition. 2001; 85:97-106. DOI: 10.1079/BJN2000217

RAJAMURUGAN R, Deepa V, Sivashanmugam M, Raghavan CM. Phytochemistry, antioxidant and antibacterial activities of medicinal plants- a comparative study. International Journal of Current Research and Review. 2013; 5 (0):8-19. <http://www.scopemed.org/fulltextpdf.php?mno=33777>

RAY PD, Huang BW, Tsuji Y. Reactive oxygen species (ROS) homeostasis and redox regulation in cellular signaling. Cell Signal. 2012; 24(5):981–990. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cellsig.2012.01.008>

SCHIAVONE A, Guo K., Tassone S, Gasco L, Hernandez E, Denti R, Zoccarato I. Effects of a natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits, and nitrogen balance of broiler chicks. Poultry Science. 2008; 87:521-527. DOI:10.3382/ps.2007-00113

SINGH R, Kumar VP, Singh G. Total phenolic, flavonoids and tannin contents in different extracts of *Artemisia absinthium*. Journal of Intercultural Ethnopharmacology. 2012; 1(2):101-104. DOI: 10.5455/jice.20120525014326

STEEL GD, Torrie JH. Bioestadística: Principios y Procedimientos (2da. Ed.). McGraw-Hill, México, D. F. 1985. ISBN: 0-07-060926-8

ŠTUKELJ M, Valenčak Z, Krsnik M, Svete AN. The effect of the combination of acids and tannin in diet on the performance and selected biochemical, haematological and antioxidant enzyme parameters in grower pigs. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2010; 52:19. DOI: 10.1186/1751-0147-52-19

SULAIMAN S, Ibrahim D, Kassim J, Sheh HL. Antimicrobial and antioxidant activities of condensed tannin from *Rhizophora apiculata* barks. *Journal of Chemical Pharmacology Research*. 2011; 3(4):436-444. www.jocpr.com/.../antimicrobial-and-antioxidant-activities-of-condensed-tannin-from-rhizophora-apiculata-barks.pdf

TASKIN T, Bitis L, Birteksöz TAS. Antioxidant and antimicrobial activities of different extracts from *Eremurus spectabilis* leaves. *Spatula DD*. 2012; 2(4):213-217. DOI: [10.5455/spatula.20121221080346](https://doi.org/10.5455/spatula.20121221080346)

TRENTIN DS, Silva DB, Amaral MW, Zimmer KR, Silva MV, Lopes NP, Giordani RB, Macedo AJ. Tannins possessing bacteriostatic effect impair *pseudomona aeruginosa* adhesion and biofilm formation. *PloS one*. 2013; 8(6): e66257. DOI:10.1371/journal.pone.0066257

VENTURA-CORDERO J, Pech-Cervantes A, Sandoval-Castro CA, Torres-Acosta JFJ, González-Pech PJ, Sarmiento-Franco LA. Relación herbívoro-tanino: adaptación de ovinos y caprinos a la vegetación rica en taninos de la Península de Yucatán. *Bioagrociencias*. 2013; 6:1:19-25. www.ccba.uady.mx/revistas/bioagro/V6N1/Articulo%204.pdf

ZOCCARATO I, Gasco L, Schiavone A, Guo K, Barge P, Rotolo L, Savarino G, Masoero G. 2008. Effect of extract of chestnut wood inclusion in normal and low protein aminoacid supplemented diets on heavy broiler rabbits. 9th World Rabbit Congress. June 10-13; 2008. Verona, Ital. <https://world-rabbit-science.com/WRSA...2008.../N-Zoccarato.pdf>