



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ORUJOS DE UVA SECOS EN  
DIETAS DE POLLOS BROILER, SOBRE VARIABLES  
PRODUCTIVAS, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y  
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA CARNE**

**Paola Jennifer Reyes Rebolledo**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Fomento de la  
Producción Animal

PROFESOR GUÍA: CAROLINA PAZ VALENZUELA VENEGAS  
Universidad de Chile

SANTIAGO, CHILE  
2018



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ORUJOS DE UVA SECOS EN  
DIETAS DE POLLOS BROILER, SOBRE VARIABLES  
PRODUCTIVAS, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y  
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA CARNE**

**Paola Jennifer Reyes Rebolledo**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Fomento de la  
Producción Animal

Nota Final: .....

	NOTA	FIRMA
Profesor Guía: Dra. Carolina Valenzuela V.	.....	.....
Profesor Corrector: Dra. María Sol Morales S.	.....	.....
Profesor Corrector: Dr. Héctor Hidalgo O.	.....	.....

SANTIAGO, CHILE  
2018

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Magdalena y Nelson, por apoyarme incondicionalmente desde el inicio de este ciclo. Pero por sobre todo a mi amada madre que es mi inspiración y orgullo. Ella ha sido un pilar fundamental en mi vida y durante todo este proceso formativo. Me enseñó que las metas se cumplen a base de esfuerzo y perseverancia. Las palabras nunca serán suficientes y le estaré agradecida toda la vida.

A mis hermanos Daniel, Nelson y a mi novio Luciano, que aportaron también con su grano de arena y fueron parte fundamental en este proceso.

A la Universidad de Chile, institución histórica de la que siempre soñé formar parte. Estaré eternamente agradecida de la formación que me entregó y haré siempre el mejor trabajo que pueda para servir a Chile y mantener su prestigio.

A todos los docentes y funcionarios de la facultad que aportaron en mi formación como profesional, pero especialmente a mi profesora guía, Dra. Carolina Valenzuela, por su paciencia infinita, su tremenda disposición y gran profesionalismo. Me siento muy honrada de haber tenido la posibilidad de trabajar con ella.

A mis compañeros de universidad y futuros colegas. Especialmente a Paula, por su amistad, apoyo y compañía desde el primer día de clases.

Y finalmente, doy las gracias a todos quienes en algún momento me dieron una palabra de aliento para seguir en la lucha y confiaron en mis capacidades aún más que yo.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la inclusión de orujos de uva secos en la dieta de pollos broiler sobre variables productivas, características de la canal y capacidad antioxidante de la carne. Se caracterizaron orujos blancos (OB) y rosados (OR) secos por análisis químico proximal (AQP), polifenoles (PT), taninos totales (TT) y capacidad antioxidante por 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH). Luego 120 pollos broiler se distribuyeron a tres grupos de alimentación: control, C (0% OR y OB); grupo OB (20% OB) y grupo OR (20% OR). Se cuantificaron variables productivas: peso vivo (PV), consumo de alimento (CA), ganancia diaria de peso (GDP) y eficiencia de conversión alimentaria (ECA). La carne de pechuga y trutro se caracterizó por AQP, DPPH y color (ANOVA  $p < 0,05$ ). El uso de OB y OR no tuvo un efecto significativo sobre las variables productivas, a excepción de la ECA que fue mayor para el grupo OR. El contenido de extracto etéreo de la carne de pechuga de los grupos OB (1,5%) y OR (2,6%) fue mayor que el C (0,9%), sin embargo, la carne de trutro no mostró diferencias al AQP. No se observaron diferencias de color en la carne. La capacidad antioxidante de la carne de pechuga y trutro del grupo OB ( $16,7 \pm 0,5$  y  $16,4 \pm 0,5$   $\mu\text{moles ET/g}$ , respectivamente) fue superior a los otros grupos ( $\approx 13$   $\mu\text{moles ET/g}$ ). La inclusión de OB no afecta las variables productivas de los pollos y aumenta la capacidad antioxidante de la carne.

**Palabras clave:** pollos, carne, antioxidantes, orujos de uva.

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to determine the effects of the inclusion of dried grape pomace in diets of broiler chickens over productive parameters, carcass characteristics and antioxidant capacity of the meat. The white grape pomace (WGP) and pink grape pomace (PGP) were characterized by proximate analysis (PA), total polyphenols (TP), total tannins (TT) and antioxidant capacity by 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Then 120 broiler chicks were distributed to three feeding groups: control, C (0% WGP and PGP); WGP group (20% WGP) and PGP group (20% PGP). Productive parameters were quantified, such as: live weight (LW), weight gain (WG), feed intake (FI) and feed conversion efficiency (FCE). The breast and thigh meats were characterized by PA, DPPH, and color (ANOVA  $p < 0.05$ ). The use of WGP and PGP did not have a significant effect over the productive parameters, unlike the FCE that was greater for the PGP group. The crude lipid in the breast meat of the WGP (1.5%) and PGP (2.6%) groups was greater than C (0.9%), however, the thigh meat did not show differences in the PA. No color differences were observed in the meat. The antioxidant capacity of the breast and thigh meat of the WGP group ( $16.7 \pm 0.5$  and  $16.4 \pm 0.5$   $\mu\text{moles ET/g}$ , respectively) was greater than the other groups ( $\approx 13$   $\mu\text{moles ET/g}$ ). The inclusion of WGP does not affect the productive parameters of the chickens and increases the antioxidant capacity of the meat.

**Keywords:** chickens, meat, antioxidants, grape pomace.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en la industria de la carne hay una fuerte presión por parte de los consumidores de funcionalizar este producto, lo que ha generado una tendencia en alimentación animal (Fernández-Ginés *et al.*, 2005). Los alimentos funcionales poseen uno o más componentes que entregan una función fisiológica benéfica además de la tradicional de nutrir (Stanton *et al.*, 2005).

Entre las principales intervenciones que se han realizado a la carne para generar un producto funcional se mencionan el aumento de ácidos grasos poliinsaturados y de la capacidad antioxidante. Las vías más usadas para lograr estas modificaciones han sido a través de la inclusión de una gran variedad de ingredientes alimentarios en la formulación de dietas o por inclusión directa al producto final por técnicas como marinado o envasado activo (Siró *et al.*, 2008).

Uno de los insumos que se ha utilizado en dietas de animales como ingrediente funcional es el orujo de uva, que está formado por la piel, semillas y tallos de las uvas, y representa alrededor del 20-25% del peso de la uva triturada (Yu y Ahmedna, 2013). El orujo de uva es fuente de flavonoides, fenoles, antocianinas y taninos, todos con excelente capacidad antioxidante (Jiang *et al.*, 2011; Kanner *et al.*, 1994; Yu y Ahmedna, 2013; Zhou y Raffoul, 2012). Durante el proceso de vinificación, aproximadamente un 35% de los compuestos antioxidantes de la uva se transfieren al vino, quedando presentes en el orujo una alta concentración de éstos, los cuales están presentes en un 20-30% en la piel, y un 60-70% en las semillas (García-Marino *et al.*, 2006). La importancia de la industria del vino tanto en Chile como en muchos otros países ha llevado a la disponibilidad de grandes cantidades de orujo de uva. A pesar de todas sus excelentes propiedades como insumo alimentario, el orujo de uva húmedo pasa a ser un desecho acumulable en las viñas, ya que ocupa gran volumen, generando problemas ambientales (Botella *et al.*, 2005; Zhou y Raffoul, 2012). El contenido de compuestos antioxidantes del orujo de uva varía en función de la variedad de uva y del tipo de vino elaborado principalmente (Deng *et al.*, 2011).

La actividad antioxidante es la más notable propiedad bioactiva del orujo de uva, y ha sido ampliamente estudiada. Se ha reportado que su inclusión en las dietas de animales ha reducido la formación de productos asociados a la oxidación lipídica primaria y secundaria en diversos tipos de carne y productos cárnicos (Yu y Ahmedna, 2013). Estudios han demostrado que los flavonoides tienen la capacidad de actuar como potentes antioxidantes neutralizando las reacciones oxidativas (Goñi *et al.*, 2007).

Existen varios sistemas de producción animal en donde se ha utilizado el orujo de uva como ingrediente alimentario: bovinos, ovinos y porcinos (Guerra, 2015; Yan y Kim, 2011). Los pocos estudios sobre la adición de orujos de uva en la dieta de pollos broiler, han investigado el efecto de este insumo sobre variables productivas (Brenes *et al.*, 2010; Dorri *et al.*, 2012; Goñi *et al.*, 2007), digestibilidad de nutrientes (Goñi *et al.*, 2007), morfología intestinal (Viveros *et al.*, 2011), y oxidación lipídica de la carne (Brenes *et al.*, 2010; Goñi *et al.*, 2007; Smet *et al.*, 2008). De todos estos trabajos, el de Goñi *et al.* (2007) destaca porque es uno de los más completos. Los autores concluyeron que la adición de orujo de uva en la dieta de pollos broiler no afecta los rendimientos productivos, ni la digestibilidad proteica y aumenta la actividad antioxidante de la dieta y deposiciones. En los trabajos de Goñi *et al.* (2007), Brenes *et al.* (2010) y Smet *et al.* (2008) se utilizó orujo de uva húmedo, el cual tiene ciertas desventajas para su uso en alimentación animal, ya que es difícil su incorporación y homogenización con los otros ingredientes de la dieta, su almacenamiento es complejo, pero sobretodo presenta una alta humedad que genera la producción de hongos y micotoxinas que contaminan la dieta (Solfrizzo *et al.*, 2008). El secado de orujo de uva puede ser un paso esencial en el procesamiento de este insumo, ya que podría mejorar varios de los aspectos mencionados anteriormente. Según la información disponible no existen trabajos que hayan estudiado el efecto de orujos de uva secos en la dieta de pollos broiler. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la inclusión de orujos de uva secos en la dieta de pollos broiler sobre variables productivas, características de la canal y capacidad antioxidante de la carne.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Orujos de uva:** Los orujos de uva blanca y rosada en polvo fueron proporcionados por COMERCIAL 91 Ltda. Su proceso de secado para llegar a ser orujos de uva en polvo consistió primero en el almacenamiento y congelado de estos en su formato original (húmedo) a  $-20^{\circ}$  C por tres meses. Luego fueron descongelados en un secador de aire a  $60^{\circ}$  C hasta llegar a una humedad menor al 12%. Los orujos ya secos fueron machacados en un molino de martillos para obtener el polvo que finalmente fue empacado en bolsas de 20 Kg (Hernández-Salinas *et al.*, 2015).

A los orujos en polvo se les realizó un análisis químico proximal (AOAC, 1996) en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile (FAVET). Se les determinó el contenido de taninos totales (mg/g) (Mercurio *et al.*, 2007) por el Grupo de Investigación Enológica de la Universidad de Chile. También polifenoles totales (mg/g) (Gutteridge y Halliwell, 2010), antocianos totales (mg/g) (AOAC, 1996), y su capacidad antioxidante por el método “compound 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl” (DPPH) ( $\mu$ moles TE/g) (Pisoschi *et al.*, 2009) en el Laboratorio de Nutrición Molecular de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Ubicación del estudio:** El estudio se realizó en la Unidad Experimental de Producción y Nutrición Avícola de FAVET.

**Animales:** Este estudio contó con certificación de bioseguridad y fue aprobado por el Comité de Bioética de FAVET. Se utilizaron 120 pollos broiler Ross 308, machos de un día de edad, adquiridos en la Planta de Incubación Agrícola Don Pollo Ltda. (Pirque, Santiago, Chile). Los animales se mantuvieron en corrales de piso con camas de viruta de madera (20 cm de altura). La ventilación se realizó mediante el manejo de cortinas ubicadas en los costados del galpón, y la temperatura fue regulada con el uso de campanas de gas. Las condiciones ambientales se rigieron según el manual de la línea genética. Los 120 animales fueron pesados y distribuidos aleatoriamente a tres grupos de tratamiento: 1) control (C, sin la adición de orujos), 2) orujo blanco (OB, con la adición de un 20% de este orujo) y 3)

orujo rosado (OR, con la adición de un 20% de este orujo). Cada grupo de tratamiento se distribuyó en corrales de diez animales, con cuatro repeticiones cada uno. Durante todo el estudio (42 días) se les ofreció agua de bebida potable y alimentación *ad libitum*.

***Dietas experimentales:*** Se elaboraron seis dietas experimentales isoproteicas e isoenergéticas según los requerimientos para pollos broiler reportados por el NRC (1994). Una dieta de etapa inicio (día 1 a 22) y una de etapa final (día 23 a 42), para cada uno de los grupos de tratamiento (Cuadro 1). Las dietas fueron formuladas con un programa de formulación de dietas para animales productivos WINRAC (Cooprinsem). A las dietas ya preparadas, se les realizó un análisis químico proximal (AOAC, 1996).

**Cuadro 1.** Dietas experimentales.

Ingredientes (%)	Dieta de inicio			Dieta final		
	C	OB	OR	C	OB	OR
Maíz	59,35	36,69	35,67	65,56	42,83	41,85
Afrecho de soya	26,85	22,81	20,87	15,50	16,00	14,05
Poroto de soya	9,32	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Aceite de soya	0,00	0,81	3,60	0,44	2,46	5,24
Sal	0,29	0,31	0,32	0,29	0,32	0,32
Conchuela	1,70	1,62	1,61	1,39	1,31	1,30
Fosfato bicálcico	1,65	1,81	1,86	1,31	1,46	1,51
Orujo blanco	-	20	-	-	20	-
Orujo rosado	-	-	20	-	-	20
DL-Metionina	0,38	0,44	0,48	0,25	0,32	0,35
L-Lisina	0,28	0,33	0,41	0,12	0,16	0,24
Vitaminas <sup>1</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Minerales <sup>2</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Coccidiostato <sup>3</sup>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Análisis químico proximal (base seca)						
Materia seca (%)	90,8	91,2	91,0	91,2	91,0	91,1
Proteína cruda (%)	22,1	21,3	21,5	18,9	18,8	18,7
Fibra cruda (%)	6,2	7,0	8,9	4,9	7,9	10,0
Extracto etéreo (%)	3,4	4,6	6,5	3,4	5,4	6,6
ENN (%)	59,0	56,9	52,7	62,1	57,5	55,0
Cenizas (%)	9,3	10,2	10,3	10,7	10,4	9,8
EM (Kcal/Kg) <sup>4</sup>	3.293	3.284	3.299	3.285	3.281	3.288

C: grupo control. OB: grupo orujo blanco. OR: grupo orujo rosado. <sup>1</sup>Vitaminas, aporte por kilo de dieta: A: 10.000 U.I; D3: 3.500 U.I; E: 50 U.I; K3: 2 mg; B1: 2 mg; B2: 8 mg; B6: 4 mg; B12: 0,015 ng; Niacina: 40 mg; ácido pantoténico: 15 mg; biotina: 0,13 mg; ácido fólico: 1,5 mg; cloruro de colina: 400 mg. <sup>2</sup>Minerales, aporte por kilo de dieta: Cu: 8 mg; Zn: 80 mg; Fe: 80 mg; Mn: 100 mg; I: 1 mg; Se: 0,25 mg. <sup>3</sup>Coccidiostato: 150 mg de lasalocid/kg. EEN: extracto no nitrogenado. <sup>4</sup>EM: energía metabolizable calculada según la ecuación propuesta por Jansen (1989) en base a los valores entregados por el análisis químico proximal.

**Variables de rendimiento productivo:** Se calculó el porcentaje de mortalidad (%M) durante todo el período productivo. Todos los pollos se pesaron individualmente los días de estudio: 1, 22 y 42 para determinar el peso vivo (PV). Una hora antes del pesaje las dietas fueron retiradas para todas las aves. Se calculó el consumo de alimento (CA) los días 22 y 42. Para esto se registró el alimento ofrecido a los animales y en los días respectivos se vaciaron los restos de alimentos desde los comederos y se pesaron, obteniendo el CA por diferencia. Se calcularon los siguientes indicadores productivos: ganancia diaria de peso (GDP) (Ecuación 1) y eficiencia de conversión alimentaria (ECA) (Ecuación 2).

Ec. 1.	$GDP = \frac{Pf - Pi}{42}$ <p>Pf es peso final, Pi es peso inicial y 42 corresponde a los días de duración del ensayo.</p>
Ec. 2.	$ECA = \frac{CAT_{período} / animal}{Pf}$ <p>CAT es consumo total de alimento en el período (Kg), Pf peso final total en el período (Kg).</p>

**Obtención y análisis de las muestras de carne:** El día 42 se sacrificaron ocho animales de cada grupo en la Sala de Necropsia del Laboratorio de Patología Animal de FAVET, por dislocación cervical, y se extrajeron muestras de pechuga completa, y de trutro con encuentro, ambas con hueso y sin grasa. A partir de las muestras de carne se realizaron los análisis que se describen a continuación.

**Color:** a partir de todas las muestras enteras de carne de pechuga y trutro con encuentro para cada grupo se determinó el color con un colorímetro (Konica-Minolta CR-300, Japón), utilizando los parámetros Cielab:  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (Kannan *et al.*, 1997).

**Análisis químico proximal:** Se trabajó con un “pool” de muestra para carne de pechuga y trutro con encuentro cruda y por separado; para esto se filetearon todas las pechugas (ocho por grupo) y los trutros con encuentro (ocho por grupo) en cubos de aproximadamente 1 cm x 1 cm x 1cm, hasta alcanzar los 500 g (en triplicado). Todas las muestras fueron

congeladas a  $-18^{\circ}$  C hasta su análisis. El análisis químico proximal se realizó en el Laboratorio de Nutrición de FAVET mediante la metodología propuesta por la AOAC (1996).

*Capacidad antioxidante:* Se procedió de la misma forma descrita en el ítem anterior para generar un “pool” de muestra de 300 g de carne de pechuga y trutro con encuentro por separado y en triplicado. La determinación de la capacidad antioxidante se realizó en el Laboratorio de Nutrición Molecular en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile mediante el método DPPH (Molyneux, 2004).

*Análisis estadístico:* Se determinó la normalidad de los datos con una prueba de Shapiro–Wilk. Se aplicó ANOVA porque los datos se distribuyeron de manera normal y una prueba de Tukey que determinó diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $p < 0,05$ ). Los análisis fueron procesados con el programa Statistix 8.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de los orujos

En el Cuadro 2 se presentan la caracterización nutricional, algunos compuestos antioxidantes y la capacidad antioxidante de OB y OR.

**Cuadro 2.** Caracterización nutricional (base seca), polifenoles totales, antocianinas totales, taninos totales y capacidad antioxidante de los orujos secos de uva blanca (OB) y rosada (OR).

Características	OB	OR
Materia seca (%)	88,8 ± 0,0 <sup>a</sup>	92,5 ± 0,0 <sup>b</sup>
Proteína cruda (%)	7,4 ± 0,1 <sup>a</sup>	12,0 ± 0,3 <sup>b</sup>
Fibra cruda (%)	27,1 ± 0,1 <sup>a</sup>	48,0 ± 0,3 <sup>b</sup>
Extracto etéreo (%)	4,2 ± 0,2 <sup>a</sup>	7,8 ± 0,1 <sup>b</sup>
Cenizas (%)	4,1 ± 0,1 <sup>a</sup>	8,3 ± 0,1 <sup>b</sup>
ENN (%)	46,0 ± 0,2 <sup>a</sup>	16,5 ± 0,5 <sup>b</sup>
Polifenoles totales (mg/g)	33,8 ± 2,5 <sup>a</sup>	41,1 ± 3,0 <sup>b</sup>
Antocianinas totales (mg/g)	n.d.	1,49 ± 0,18
Taninos totales (mg/g)	3,11 ± 0,21 <sup>a</sup>	0,21 ± 0,03 <sup>b</sup>
DPPH (μmoles TE/g)	124,2 ± 10,9 <sup>a</sup>	172,2 ± 16,9 <sup>b</sup>

ENN: Extracto no nitrogenado. n.d.: no detectado. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

La materia seca de ambos orujos varía entre un 88 a 92%, lo cual es alto si se compara con la materia seca que posee el orujo de uva húmedo (~34,5%) (Sáyago-Ayerdi *et al.*, 2009). Este alto porcentaje de materia seca es positivo para su uso en alimentación de pollos broiler en donde la gran mayoría de los ingredientes usados en las dietas de estos animales presentan un porcentaje de materia seca similar (NRC, 1994; Batal y Dale, 2016), facilitando la mezcla y homogenización de los ingredientes.

Se observaron grandes diferencias en la composición química proximal de ambos orujos, mostrando un mayor contenido (casi el doble) de proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y cenizas el OR. Esto fue consistente con los resultados encontrados por Deng *et al.* (2011) y Baumgärtel *et al.* (2007). Se debe tener especial atención con el contenido de OR usado en la ración debido a su alto contenido de fibra cruda, ya que las dietas para animales no-rumiantes como las aves de corral, los insumos utilizados tienen un contenido de fibra cruda bajo ( $\leq 10\%$ ), debido a que ellos no pueden obtener energía a partir de la fibra. Este alto contenido de fibra en las variedades rojas de orujo, fue similar al reportado por Deng *et al.* (2011), Valiente *et al.* (1995) y Bravo y Saura-Calixto (1998).

El alto contenido de fibra cruda y la baja concentración de extracto no nitrogenado del OR (aproximadamente de un tercio del OB), generan un muy bajo aporte energético de este insumo para los pollos broiler. Deng *et al.* (2011), también determinó que los carbohidratos solubles presentes en orujos de uva blanco fueron significativamente mayores que en los orujos rojos, este contenido no fue reportado en estudios anteriores, probablemente debido a las diferentes formas de elaboración del vino y a las distintas variedades de uva que existen (Deng *et al.*, 2011).

En relación al contenido de polifenoles totales, los valores del OR fueron significativamente mayores a los del OB. En estudios previos se reportan valores similares (Bravo y Saura-Calixto, 1998; Makris *et al.*, 2007). Las diferencias entre orujos se dan principalmente por el tipo de cepa utilizada, ya que las variedades tintas generalmente contienen más de estos compuestos (Deng *et al.*, 2011).

Deng *et al.* (2011) reportaron un menor contenido de polifenoles totales en ambos tipos de orujo en relación al presente estudio (~13,7 y 24,3 mg/g para orujo blanco y rojo respectivamente), esto debido a que dichos autores consideraron sólo las pieles y no las semillas, que aportan una gran cantidad de polifenoles totales.

En cuanto al contenido de antocianos, que corresponden a pigmentos de frutos con coloraciones rojizo-púrpuras, sólo fueron detectados en el OR y los valores fueron concordantes con los de estudios previos (Deng *et al.*, 2011).

En relación al contenido de taninos el OB mostró una cantidad de taninos totales 15 veces superior al OR, por lo que no hubo concordancia con estudios previos (Deng *et al.*, 2011). Estos autores evidenciaron que los orujos de cepas tintas son los que tienen mayor

concentración de taninos, sin embargo, el estudio no es concluyente porque sólo analizó las pieles de orujos y sabemos que la mayor concentración de proantocianidinas (taninos condensados) se encuentra en las semillas (Zhou y Raffoul, 2012). Esta concentración depende de la variedad de uva utilizada y del procedimiento de detección de estos taninos (Zhou y Raffoul, 2012). El contenido de taninos descrito por Goñi *et al.* (2007) y Viveros *et al.* (2011), autores que sólo analizaron variedades de cepas rojas, fue concordante con el contenido de taninos de OR utilizado en este ensayo.

La capacidad antioxidante, que se midió mediante el método DPPH, del OR fue significativamente mayor que en el OB. En relación con estudios previos (Deng *et al.*, 2011) se destaca que estos autores sólo consideraron la piel de los orujos, al igual que para los polifenoles totales, por lo que la actividad antioxidante medida fue menor que en el presente estudio. Pese a esta diferencia, la capacidad antioxidante del OR en todos los estudios fue significativamente mayor, encontrándose además una correlación lineal entre la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles totales de los orujos (Deng *et al.*, 2011; Dunonne *et al.*, 2009).

### **Dietas experimentales**

Las dietas experimentales fueron isoenergéticas e isoproteicas como se presentó en el Cuadro 1. Las principales diferencias entre las dietas de los distintos tratamientos fue el contenido de fibra superior para las dietas con orujo, principalmente con OR, y el contenido de extracto etéreo. Para poder cubrir los requerimientos de energía metabolizable de los pollos broiler, a las dietas que contenían OB y OR se les debió agregar una mayor cantidad de aceite de soya, tanto en la dieta de inicio como final, lo que generó un aumento en el extracto etéreo de ambas dietas, pero mayormente en la que contenía OR.

En la Figura 1 se presenta el aspecto de las dietas de finalización (similares a las de inicio), donde se puede observar una clara diferencia de color. La dieta OR muestra un color morado-rojo debido a la incorporación del OR de color morado-rojo intenso, porque proviene de variedades de uva tintas. La dieta con OB muestra un color claro, porque las variedades de uva que generan el OB son para vinos blancos. La dieta C posee un color

levemente más oscuro que la dieta OB y corresponde al color típico que presenta una dieta convencional para pollos broiler.



**Figura 1.** Aspecto de las dietas experimentales finales: (C) control, (OB) orujo de uva blanca, y (OR) orujo de uva rosada.

## **Variables de rendimiento productivo**

El porcentaje de mortalidad obtenido al final del estudio fue bajo del 2,5%, y estuvo dentro de los rangos esperables de un manejo productivo comercial (Aviagen, 2010).

A los 14 días de edad y en los grupos de alimentación OB y OR, los animales presentaron pérdida y aglutinación de plumas en la zona ventro-craneal del cuello. Este hecho, no fue reportado en el grupo control (Figura 2). Según los exámenes macroscópicos de la zona afectada realizados por un patólogo experto, se descartaron diversas etapas de cuadros de dermatitis u otros procesos inflamatorios de la piel. La observación se describió como un problema mecánico, debido a la presentación física de orujos en polvo fino. Los restos de éstos quedaban en el pico del ave al alimentarse y luego escurrían hacia el cuello debido a la particular forma que tienen estos animales para beber agua. Hughes *et al.* (2005), describieron un deterioro del aspecto general en algunos de sus pollos alimentados con altas concentraciones de orujos de semilla de uva ricos en taninos condensados (30 g/kg de alimento).

Por otra parte, en el grupo OB se esperaba observar un menor crecimiento de los animales debido a las propiedades anti-nutricionales que poseen los taninos, como la precipitación de proteínas en intestino, la inhibición de enzimas digestivas, la disminución del consumo de alimento y la reducción de la utilización de algunas vitaminas y minerales (Gualtieri y Rapaccini, 1990; Jansman, 1993). Sumado a estas alteraciones, se esperaba observar problemas locomotores en los pollos, porque los taninos influyen en el depósito mineral de huesos y la formación de colágeno (Gualtieri y Rapaccini, 1990; Smulikowska *et al.*, 2001; Kleyn, 2013). Todos estos efectos negativos eran esperables en el grupo OB, debido a la mayor concentración de taninos totales presentes en este ingrediente, sin embargo, no se evidenciaron este tipo de alteraciones en el presente estudio.



**Figura 2.** Aspecto de la zona ventro-craneal del cuello de pollos sometidos a diferentes grupos de alimentación: (C) control, (OB) orujo blanco, y (OR) orujo rosado.

En el Cuadro 3 se presentan algunas variables de rendimiento productivo de los pollos, como el peso vivo (PV), la ganancia diaria de peso (GDP), el consumo de alimento (CA) y la eficiencia de conversión alimentaria (ECA). Todos medidos los días 1, 22 y 42 del ciclo productivo.

**Cuadro 3.** Variables de rendimiento productivo de pollos broiler: peso vivo (PV), ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CA), y eficiencia de conversión alimentaria (ECA) sometidos a diferentes grupos de alimentación control, orujos de uva blanca (OB) y orujos de uva rosada (OR).

Variables	Grupos de alimentación		
	Control	OB	OR
PV día 22 (g)	494 ± 130 <sup>a</sup>	524 ± 116 <sup>a,b</sup>	573 ± 95 <sup>b</sup>
PV día 42	2329 ± 408 <sup>a</sup>	2376 ± 393 <sup>a</sup>	2250 ± 321 <sup>a</sup>
GDP día 22 (g)	21 ± 6 <sup>a</sup>	22 ± 5 <sup>a,b</sup>	24 ± 4 <sup>b</sup>
GDP día 42	55 ± 10 <sup>a</sup>	56 ± 9 <sup>a</sup>	53 ± 8 <sup>a</sup>
CA día 22 (g/ave/día)	51 ± 1 <sup>a</sup>	51 ± 1 <sup>a</sup>	62 ± 3 <sup>b</sup>
CA día 42	217 ± 17 <sup>a</sup>	215 ± 17 <sup>a</sup>	232 ± 15 <sup>a</sup>
ECA día 22 (g/g)	2,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	2,2 ± 0,3 <sup>a</sup>	2,4 ± 0,1 <sup>a</sup>
ECA día 42	2,6 ± 0,1 <sup>a</sup>	2,6 ± 0,2 <sup>a</sup>	2,9 ± 0,2 <sup>b</sup>

Diferencias significativamente estadísticas se indican con letras diferentes (p<0,05).

En la variación de PV, no se observaron diferencias estadísticamente significativas los días 1 y 42 del estudio. Sin embargo, al término de la etapa de alimentación de inicio (día 22), los animales alimentados con la dieta OR mostraron un significativo mayor PV que los animales del grupo control, debido al mayor consumo de alimento registrado para este grupo al final de la etapa de inicio. Grandin y Deesing (2014) plantearon que algunos sentidos sensoriales del ave, como la visión y el sabor, tienen una influencia mucho mayor en la ingestión de alimento, que el sabor o el olor en los mamíferos. Razón por la cual la opción de añadir color al alimento se convierte potencialmente en un estímulo más y de mayor influencia para los pollos, permitiendo que el consumo de alimento por parte de éstos se incremente.

Al día 42 del estudio, el PV para el grupo OR no fue significativamente mayor al grupo control, esto posiblemente debido a que para los animales la coloración rojiza de la dieta dejó de ser novedosa. Ham y Osorio (2007) determinaron que pollos recién nacidos tienen preferencia por colores más contrastados (saturados) en relación a pollos de mayor edad.

Respecto a la ganancia diaria de peso (GDP) (Cuadro 3) se observa un fenómeno similar al PV, en donde para el primer período de alimentación los animales con la dieta OR mostraron una significativa mayor GDP respecto a los animales control. Al finalizar el estudio no hubo diferencias significativas entre los animales de los distintos grupos de alimentación. La mayor GDP al final de la etapa de inicio en la dieta OR se produjo debido a los mismos motivos explicados anteriormente.

En relación al consumo de alimento (CA) de los pollos (Cuadro 3), se observó que al día 22, los animales alimentados con la dieta OR mostraron un CA significativamente superior a los pertenecientes a la dieta control, lo que podría explicar el mayor PV y GDP encontrada en los animales de este grupo en el primer período de alimentación. Sin embargo, este comportamiento no siguió la misma tendencia para el día 42, en donde no se observaron diferencias significativas entre grupos, tal como ocurrió con el PV y la GDP. El CA puede estar influido por diversos factores, uno de ellos son las características sensoriales (coloración) de las distintas dietas, tal como se discutió anteriormente.

Roper y Marples (1997) comprobaron, en un estudio realizado en pollos domésticos, que existe una preferencia por alimentos coloreados. Los animales de aquel estudio prefirieron principalmente alimentos de coloración rojiza, luego verde y finalmente negra. Esto podría explicar el mayor CA de los animales alimentados con dieta OR.

Otro factor que determina el CA es el contenido de taninos. Se sabe que un alto contenido de taninos en la dieta puede disminuir el CA (Gualtieri y Rapaccini, 1990; Jansman, 1993; Hughes *et al.*, 2005). Barroeta *et al.* (2002) planteó que la disminución del aporte de aminoácidos en la dieta (afectado por el contenido de taninos) disminuiría el PV, requerimiento calórico y como consecuencia el CA. La dieta OB contenía casi el triple de taninos totales que la dieta OR, sin embargo el CA en la dieta OB permanece igual que en el grupo control y es significativamente mayor en la dieta OR, al final de la etapa de inicio. Los valores de la eficiencia de conversión alimentaria (ECA) obtenidos en este estudio se presentan en el Cuadro 3. La ECA es uno de los principales indicadores del comportamiento productivo al reflejar la capacidad de convertir los nutrientes en peso vivo. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos de alimentación durante el primer período (0 a 22 d). Sin embargo, al final del estudio los animales alimentados con la dieta OR mostraron una ECA significativamente mayor (Cuadro 3), debido posiblemente al menor PV y mayor CA que mostraron estos pollos. Aunque ambos valores no fueron significativos, combinados generaron un aumento de la ECA, es decir, los animales del grupo OR fueron menos eficientes que los pertenecientes a los otros grupos. Viveros *et al.* (2011) plantearon que la ECA de una de sus dietas (la que utilizó orujos) fue mayor hacia el final de la etapa de inicio (día 22). Esto pese a que los autores utilizaron el orujo en una menor concentración (6%), lo que demuestra que la adición de orujos en menores cantidades también puede afectar a la ECA.

## Análisis químico proximal, color y capacidad antioxidante de la carne de pollo

El análisis químico proximal, el color y la capacidad antioxidante de carne de pechuga y trutro largo de pollo se presentan en el Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Características de la carne de pechuga y trutro con encuentro de pollo con OB o OR.

Variables	Grupos de alimentación		
	C	OB	OR
	<b>Pechuga</b>		
Humedad (%)	73,5 ± 0,5 <sup>a</sup>	73,3 ± 0,6 <sup>a</sup>	72,6 ± 0,2 <sup>a</sup>
Proteína cruda (%)	23,9 ± 0,4 <sup>a</sup>	23,8 ± 0,5 <sup>a</sup>	23,2 ± 0,4 <sup>a</sup>
Extracto etéreo (%)	0,9 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,6 ± 0,1 <sup>b</sup>	2,5 ± 0,1 <sup>c</sup>
Cenizas (%)	1,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,2 ± 0,0 <sup>a</sup>	1,2 ± 0,1 <sup>a</sup>
Color ( <i>L</i> )	47,0 ± 4 <sup>a</sup>	48,0 ± 3 <sup>a</sup>	47,0 ± 4 <sup>a</sup>
Color ( <i>a</i> )	4,0 ± 1 <sup>a</sup>	3,0 ± 0 <sup>a</sup>	3,0 ± 1 <sup>a</sup>
Color ( <i>b</i> )	9,0 ± 1 <sup>a</sup>	6,0 ± 1 <sup>a</sup>	7,0 ± 2 <sup>a</sup>
DPPH (µmoles TE/g)	13,8 ± 1,0 <sup>a</sup>	16,7 ± 0,5 <sup>b</sup>	11,9 ± 0,4 <sup>c</sup>
	<b>Trutro con encuentro</b>		
Humedad (%)	73,1 ± 0,6 <sup>a</sup>	74,0 ± 0,3 <sup>a</sup>	73,3 ± 0,7 <sup>a</sup>
Proteína cruda (%)	19,0 ± 1,3 <sup>a</sup>	18,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	18,9 ± 0,4 <sup>a</sup>
Extracto etéreo (%)	6,8 ± 0,6 <sup>a</sup>	6,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	6,4 ± 0,3 <sup>a</sup>
Cenizas (%)	1,2 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,9 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,1 ± 0,1 <sup>a</sup>
Color ( <i>L</i> )	47,5 ± 2,9 <sup>a</sup>	46,3 ± 5,5 <sup>a</sup>	48,1 ± 5,6 <sup>a</sup>
Color ( <i>a</i> )	5,0 ± 1,6 <sup>a</sup>	4,8 ± 0,9 <sup>a</sup>	4,1 ± 0,8 <sup>a</sup>
Color ( <i>b</i> )	5,9 ± 2 <sup>a</sup>	4,5 ± 1,5 <sup>b</sup>	4,4 ± 1,7 <sup>b</sup>
DPPH (µmoles TE/g)	13,8 ± 1,0 <sup>a,c</sup>	16,4 ± 0,5 <sup>b</sup>	14,2 ± 0,4 <sup>c</sup>

Diferencias significativamente estadísticas se indican con letras diferentes (p<0,05).

Para la carne de pechuga, se observa que los valores de materia seca, proteína cruda y cenizas son similares entre tratamientos. Sin embargo, el contenido de extracto etéreo aumentó significativamente en la carne de pechuga del grupo OB y se incrementó aún más en el grupo OR. Esta observación se relaciona con el mayor contenido de extracto etéreo de las dietas OB y OR, debido a la necesidad de agregar más aceite de soja en las formulaciones para cubrir los requerimientos de energía metabolizable de los pollos broiler. Esto es una práctica común cuando se formulan dietas con ingredientes alimentarios altos en fibra para su uso en animales no-rumiantes. Viveros *et al.* (2011), adicionaron más aceite de maravilla en sus dietas con orujo y extracto de semilla de uva al igual que en el presente estudio. El mayor contenido de extracto etéreo en la carne de pechuga podría ser un gran problema para el consumidor, ya que una de las razones de consumir esta carne es por ser magra (Hargis y Van Elswyk, 2007).

En relación a la composición química de la carne de trutro con encuentro, todos los valores de los nutrientes son similares entre los tratamientos, incluso el contenido de extracto etéreo. Si se compara el AQP de trutro con el de pechuga, en todos los tratamientos, los valores de proteína cruda son menores y los de extracto etéreo son mayores en carne de trutro con encuentro. El mayor extracto etéreo es debido al mayor contenido de grasa que normalmente presenta esta porción de la canal (Husak *et al.*, 2008).

El color de los productos cárnicos de pollo es uno de los principales factores mediante los cuales los consumidores determinan su aceptabilidad (Sáyago-Ayerdi *et al.*, 2009). Erener *et al.* (2011) sostuvieron que los antioxidantes pueden modificar significativamente los parámetros de color de la carne, dándole un mayor valor a los parámetros  $L^*$  y  $a^*$ , y esto fue lo que se esperaba en este estudio. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas, tanto para carne de pechuga, como tampoco trutro con encuentro, en ninguno de los tres indicadores de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Por otra parte, estos resultados además indican que la pigmentación rojiza de la dieta con OR no generó un cambio de coloración en la carne de pechuga ni trutro con encuentro.

La capacidad antioxidante de la carne de pechuga del grupo OB fue significativamente mayor al grupo control y OR. Para el caso de la carne de trutro con encuentro, la capacidad antioxidante del grupo OB fue significativamente mayor a los otros grupos. Este resultado no era el esperado ya que el OB presentaba una menor capacidad antioxidante, polifenoles totales y ausencia de antocianinas, comparado al OR. En este caso el único compuesto antioxidante que podría explicar estos resultados sería el mayor contenido de taninos del OB. En cuanto a la capacidad de los taninos de traspasar su actividad antioxidante a la carne, ya a fines de la década de los noventa, Chung *et al.* (1998), propusieron que las propiedades biológicas de los taninos como la captación de radicales libres y actividad antioxidante podrían ser aplicables a sistemas biológicos. Hay trabajos que han estudiado el efecto de extractos ricos en taninos sobre carnes de cerdo. Pegg *et al.* (2005) trabajaron con extractos de hojas de “uva de oso” (*Arctostaphylos uva-ursi*), que son ricos en taninos hidrolizables y condensados, comprobando que éstos protegen a los lípidos de la carne de la oxidación durante el almacenamiento a 4°C, por siete días. Amarowicz *et al.* (2005) comprobaron que protoantocianidinas (taninos condensados), del extracto de té verde, también inhiben la oxidación lipídica en carnes. Pegg y Amarowicz (2004) plantearon que la interacción de taninos del extracto de hojas de “uva de oso” con proteínas de la carne, como la miosina, no resultaron en una pérdida de la actividad antioxidante, ellos realizaron análisis de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) en carne cocinada, indicando que los complejos aislados proteína-tanino formados sobrevivieron al procesamiento térmico y le dieron estabilidad a los lípidos de la carne contra la oxidación. Así la unión de taninos con proteínas puede proveer puntos de actividad antioxidante permanente. Se debe tener en cuenta que los taninos no funcionan únicamente como antioxidantes primarios (donando un átomo de hidrógeno o electrones), sino que también funcionan como antioxidantes secundarios, quelando iones metálicos como el Fe (II), interfiriendo así en la reacción de Fenton y por lo tanto retardando la oxidación (Karamac *et al.*, 2006). Así los taninos tienen una gran capacidad de traspasar su actividad antioxidante a la carne. Sin embargo, en todos los estudios mencionados, este compuesto se adicionó a la carne misma y no a la dieta de los animales.

Es difícil comparar los resultados obtenidos con los de otros trabajos, ya que la mayoría de los estudios en carne de pollos, alimentados con orujos de uva, sólo han medido el grado de oxidación lipídica a través de (TBARS) (Goñi *et al.*, 2007; Smet *et al.*, 2008). En ambos estudios se vio una disminución significativa de la formación de malondialdehído (MDA) tanto en pechugas (Goñi *et al.*, 2007; Smet *et al.*, 2008) como trutros (Goñi *et al.*, 2007). Hay poca información sobre otros estudios que hayan determinado capacidad antioxidante por el mismo método usado en el presente trabajo.

Jang *et al.* (2008) utilizaron el método DPPH para evaluar el potencial antioxidante de la carne de pechuga en pollos broiler alimentados con extractos de hierbas medicinales, ricos en polifenoles. La habilidad para atrapar radicales DPPH fue significativamente mayor en el grupo que tenía la mayor concentración de los extractos de hierbas y esto, según los autores, se relacionó con la cantidad de polifenoles totales presentes en los extractos.

Lorenzo *et al.* (2014), investigaron la capacidad antioxidante del extracto de semillas de orujo de uva blanco en carnes de cerdo, así como la capacidad de otros antioxidantes, concluyendo que estos extractos son efectivos para evitar la oxidación lipídica ya que disminuyen significativamente la formación de MDA. Esta disminución de la oxidación lipídica es concordante con la mayor actividad antioxidante que poseen los extractos (actividad determinada por el método DPPH).

## **CONCLUSIONES**

El uso de orujos de uva blanca y rosada secos en la alimentación de pollos broiler, incorporados a la dieta en un 20%, no tuvieron un efecto significativo sobre la mayoría de las variables productivas. Con excepción de la ECA para el grupo alimentado con orujo de uva rosado, en donde los animales fueron menos eficientes.

La incorporación de los orujos en la alimentación de pollos no alteró el color de la carne de pechuga y trutro con encuentro, pero la carne de pechuga presentó un mayor contenido de extracto etéreo que el grupo control, debido a la necesidad de incorporar mayor contenido de aceite a la formulación de las dietas con orujo por su alta cantidad de fibra cruda.

La capacidad antioxidante de la carne del grupo alimentado con orujo seco de uva blanca fue significativamente superior a la de los otros grupos. Esta cualidad permitiría considerar los orujos de uva blanco como una potencial alternativa antioxidante en la dieta de los pollos, lo que permitiría mejoras en el almacenamiento de las carnes disminuyendo deterioros por oxidación.

## BIBLIOGRAFÍA

**AMAROWICZ, R.; PEGG, R.; DYKES, G.; TROSZYNSKA, A.; SHAHIDI, F.** 2005. Antioxidant and antibacterial properties of extracts of green tea polyphenols. **In:** ACS Symposium. Washington DC, USA. pp. 94-106.

**AOAC.** 1996. Official Methods of Analysis of AOAC International (16th ed.). Gaithersburg, USA: AOAC International.

**AVIAGEN.** 2010. Manual de manejo del pollo de carne Ross. pp 1-104. [en línea] <[http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf)> [consulta: 19-06-2017].

**BATAL, A.; DALE, N.** 2016. Ingredient analysis table. Feedstuffs Reference Issue & Buyers Guide. Bloomington, Indiana, USA. [en línea] <[http://feedstuffs.com/mdfm/Feeess50/author/427/2015/11/Feedstuffs\\_RIBG\\_Ingredient\\_Analysis\\_Table\\_2016.pdf](http://feedstuffs.com/mdfm/Feeess50/author/427/2015/11/Feedstuffs_RIBG_Ingredient_Analysis_Table_2016.pdf)> [Consulta: 07-06-2017].

**BAUMGÄRTEL, T.; KLTH, H.; EPPERLEIN, K.; RODEHUTSCORD, M.** 2007. A note on digestibility and energy value for sheep of different grape pomace. Small Rumin. Res. 67:302-306.

**BARROETA, A.; CALSAMIGLIA, S.; CEPERO, R.; LÓPEZ-BOTE, C.; HERNÁNDEZ, JM.** 2002. Óptima nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad: avances en la nutrición vitamínica de broilers y pavos. Editorial Pulso. España. 208 p.

**BOTELLA, C.; DE ORY, I.; WEBB, D.; CANTERO, D.; BLANDINO, A.** 2005. Hydrolytic enzyme production by *Aspergillus awamori* on grape pomace. Biochem. Eng. J. 26(1-3):100-106.

**BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F.** 1998. Characterization of dietary fiber and the in vitro indigestible fraction of grape pomace. Am. J. Enol. Vitic. 49:136-141.

**BRENES, A.; VIVEROS, I.; GOÑI, C.; CENTENO, C.; SAURA-CALIXTO, F.; ARIJA, I.** 2010. Effect of grape seed extract on growth performance, protein and polyphenol digestibilities, and antioxidant activity in chickens. Span. J. Agric. Res. 8(2):326-333.

**CHUNG, K.; WEI, C.; JOHNSON, M.** 1998. Are tannins a double-edged sword in biology and health?. Trends Food Sci. Nutr. 9:168-175.

**DENG, Q.; PENNER, M.; ZHAO, Y.** 2011. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. Food Res. Int. 44(9):2712-2720.

**DORRI, S.; TABELDIAN, S.; TOGHYANI, M.; JAHANIAN, R.; BEHNAMNEJAD, F.** 2012. Effect of different levels of grape pomace on performance broiler chicks. **In:** 1th International and The 4th National Congress on Recycling of Organic Waste in Agriculture. Isfahan, Iran. 26-27, abril, 2012. Isfahan University of Technology. pp. 1-6.

**DUNONNE, S.; VITRAC, X.; COUTIERE, P.; WOILLEZ, M.; MERILLON, J.** 2009. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *J. Agric. Food Chem.* 57: 1768–1774.

**ERENER, G.; OCAK, N.; ALTOP, A.; CANKAYA, S.; AKSOY, H.; OZTURK, E.** 2011. Growth performance, meat quality and caecal coliform bacteria count of broiler chicks fed diet with green tea extract. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24(8):1128-1135. [en línea] <[http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=E1DMBP\\_2011\\_v24n8\\_1128](http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=E1DMBP_2011_v24n8_1128)> [consulta: 27-07-2017].

**FERNÁNDEZ-GINÉS, J.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J.** 2005. Meat products as functional foods: a review. *J. Food Sci.* 70(2):37-43.

**GARCÍA-MARINO, M.; RIVAS-GONZALO, J. C.; IBÁÑEZ, E.; GARCÍA-MORENO, C.** 2006. Recovery of catechins and proanthocyanidins from winery byproducts using subcritical water extraction. *Anal. Chem. Acta.* 563:44-50.

**GRANDIN, T.; DEESING, M.** 2014. Behavioral genetics and animal science. **In:** Genetics and the behavior of domestic animals. 2º ed. Elsevier Inc. San Diego, USA. pp. 1-40.

**GUALTIERI, M.; RAPACCINI, S.** 1990. Sorghum grain in poultry feeding. *Worlds Poult. Sci. J.* 46:246-254.

**GOÑI, I.; BRENES, A.; CENTENO, C.; VIVEROS, A.; SAURA-CALIXTO, F.; REBOLÉ, A.; ARIJA, I.; ESTEVEZ, R.** 2007. Effect of dietary grape pomace and vitamin E on growth performance, nutrient digestibility, and susceptibility to meat lipid oxidation in chickens. *Poult. Sci.* 86(3):508-516.

**GUERRA, C.** 2015. Grape pomace in the feeding of sheep. Tesis doctoral internacional. Valladolid, España. Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. 241 p.

**GUTTERIDGE, J.; HALLIWELL, B.** 2010. Antioxidants: molecules, medicines, and myths. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 393:561-564.

**HAM, A.; OSORIO, D.** 2007. Colour preferences and colour vision in poultry chicks. *Proc. R. Soc.* 274:1941-1948.

- HARGIS, P.; VAN ELSWYK, M.** 2007. Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer. *Worlds Poult. Sci. J.* 49(3): 251-264. [en línea]. <<https://www.cambridge.org/core/journals/world-s-poultry-science-journal/article/manipulating-the-fatty-acid-composition-of-poultry-meat-and-eggs-for-the-health-conscious-consumer/477E234300B389A92807BA11104389B1>> [consulta: 20-08-2017].
- HERNÁNDEZ-SALINAS, R.; DECAP, V.; LEGUINA, A.; CÁCERES, P.; PÉREZ, D.; URQUIAGA, I.; ITURRIAGA, R.; VELARDE, V.** 2015. Antioxidant and anti hyperglycemic role of wine grape powder in rats fed with a high fructose diet. *Biol. Res.* 48:53.
- HUGHES, R.; BROOKER, J.; SMYLL, C.** 2005. Growth rate of broiler chickens given condensed tannins extracted from grape seed. *Aust. Poult. Sci. Symp.* 17: 65-68.
- HUSAK, R.; SEBRANEK, J.; BREGENDAHL, K.** 2008. A survey of commercially available broilers marketed as organic, free-range, and conventional broilers for cooked meat yields, meat composition, and relative value. *Poult. Sci.* 87(11): 2367-2376.
- JANG, A.; LIU, X.; SHIN, M.; LEE, B.; LEE, S.; LEE, J.; JO, C.** 2008. Antioxidative potential of raw breast meat from broiler chicks fed a dietary medicinal herb extract mix. *Poult. Sci.* 87(11):2382-2389.
- JANSEN, W.** 1989. European table of energy values for poultry feedstuffs. 3<sup>rd</sup> ed. Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services. Beekbergen, The Netherlands. 15 p.
- JANSMAN, A.** 1993. Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. *Nutr. Res. Rev.* 6:209-236.
- JIANG, Y.; SIMONSEN, J.; ZHAO, Y.** 2011. Compression-molded biocomposite boards from red and white wine grape pomaces. *J. Appl. Polym. Sci.* 119:2834-2846.
- KANNAN, G.; HEATH, L.; WABECK, C.; SOUZA, M.; HOWE, J.; MENCH, J.** 1997. Effects of crating and transport on stress and meat quality characteristics in broilers. *Poult. Sci.* 76(3):523-529.
- KANNER, J.; FRANKEL, E.; GRANET, R.; GERMAN, B.; KINSELLA, J.** 1994. Natural antioxidants in grapes and wines. *J. Agric. Food Chem.* 42:64-69.
- KARAMAC, M.; KOSINSKA, A.; AMAROWICZ, R.** 2006. Chelating of Fe(II), Zn(II) and Cu(II) by tannin fractions separated from hazelnuts, walnuts and almonds. *Bromat Chem. Toksykol.* 39:257-260.
- KLEYN, R.** 2013. Minerals. **In:** Chicken nutrition. A guide for nutritionists and poultry professionals. Context. Leicestershire, England. pp. 67-78.

- LORENZO, J.; SINEIRO, J.; AMADO, I.; FRANCO, D.** 2014. Influence of natural extracts on the shelf life of modified atmosphere-packed pork patties. *Meat Sci.* 96:526-534.
- MAKRIS, D.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N.** 2007. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. *J. Food Compost. Anal.* 20(2):125-132.
- MERCURIO, M.; DAMBERGS, R.; HERDERICH, M.; SMITH, P.** 2007. High throughput analysis of red wine and grape phenolics adaptation and validation of methyl cellulose precipitable tannin assay and modified somers color assay to a rapid 96 well plate format. *J. Agric. Food Chem.* 55(12): 4651–4657.
- MOLYNEUX, P.** 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 26(2):211-219.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC).** 1994. Nutrient Requirement of Poultry, 9th ed. National Academy of Sciences, Washington.
- PEGG, R.; AMAROWICZ, R.; NACZK, M.** 2005. Antioxidant activity of polyphenolics from bearberry-leaf (*Arctostaphylos uva-ursi (L.) Sprengel*) extract in meat systems. **In:** ACS Symposium Series. Washington DC, USA. pp. 67-82.
- PEGG, R.; AMAROWICZ, R.** 2004. Meat protein-tannin interactions: observed antioxidant activity and potential health benefits. **In:** 50<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Helsinki, Finland. pp. 8-13.
- PISOSCHI, A.; CHEREGI, M.; DANET, A.** 2009. Total antioxidant capacity of some commercial fruit juices: electrochemical and spectrophotometrical approaches. *Molecules.* 14(1):480-493.
- ROPER, T.; MARPLES, N.** 1997. Colour preferences of domestic chicks in relation to food and water presentation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54:207-213.
- SÁYAGO-AYERDI, S.; BRENES, A.; GOÑI, I.** 2009. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. *LWT – Food Sci. Technol.* 42:971-976.
- SIRÓ, I.; KAPOLNA, E.; KAPOLNA, B.; LUGASI, A.** 2008. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance, a review. *Appetite.* 51(3):456-467.
- SMET, K.; RAES, K.; HUYGHEBAERT, L.; HAAK, S.; ARNOUITS, S.; DE SMET, S.** 2008. Lipid and protein oxidation of broiler Meat as influenced by dietary natural antioxidant supplementation. *Poult. Sci.* 87(8):1682-1688.

- SMULIKOWSKA, S.; PASTUSZEWSKA, B.; SWIECH, E.; OCHTABINSKA, A.; MIECZKOWSKA, A.; NGUYEN, V.; BURACZEWSKA, L.** 2001. Tannin content affects negatively nutritive value of pea for monogastrics. *J. Anim. Feed Sci.* 10:501-523.
- SOLFRIZZO, M.; PANZARINI, A.; VISCONTI, A.** 2008. Determination of ochratoxin A in grapes, dried vine fruits, and winery byproducts by high-performance liquid chromatography with fluorometric detection (HPLC-FLD) and immunoaffinity cleanup. *J. Agric. Food. Chem.* 56(23):11081-11086.
- STANTON, C.; ROSS, R.; FITZGERALD, G.; VAN SINDEREN, D.** 2005. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. *Curr. Opin. Biotechnol.* 16(2):198-203.
- VALIENTE, C.; ARRIGONI, E.; ESTEBAN, R.; AMADO, R.** 1995. Grape pomace as a potential food fiber. *J. Food Sci.* 60:818-820.
- VIVEROS, A.; CHAMORRO, S.; PIZARRO, M.; ARIJA, I.; CENTENO, C.; BRENES, A.** 2011. Effects of dietary polyphenol-rich grape products on intestinal microflora and gut morphology in broiler chicks. *Poult. Sci.* 90(3):566-578.
- YAN, L.; KIM, I.** 2011. Effect of dietary grape pomace fermented by *Saccharomyces boulardii* on the growth performance, nutrient digestibility and meat quality in finishing pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24(12):1763-1770.
- YU, J.; AHMEDNA, M.** 2013. Invited review. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. *Int. J. Food. Sci. Technol.* 48(2):221-237.
- ZHOU, K.; RAFFOUL, J.** 2012. Potential anticancer properties of grape antioxidants. *J. Oncol.* 2012:1-8.