

## COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA DE LA PULPA DE TOMATE

Marcos C.N.<sup>1</sup>, de Evan T.<sup>1</sup>, Molina-Alcaide E.<sup>2</sup> y Carro M.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Producción Agraria, E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España. <sup>2</sup> Estación Experimental del Zaidín (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Profesor Albareda, 1, 18008 Granada. España; navarro-88@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

El uso de subproductos agroindustriales en la alimentación animal está aumentando en los últimos años, ya que es una solución viable para minimizar la contaminación medioambiental y la generación de residuos así como para paliar la escasez de materias primas convencionales, que son más caras y, a menudo, importadas. La pulpa de tomate (PT) es el subproducto resultante de la industria del tomate (elaboración de salsas, zumos, etc.) y está constituida principalmente por la piel, las semillas y restos de pulpa. La PT tiene un elevado contenido en humedad y en proteína bruta (PB), pero su composición química y valor nutritivo se ven afectados por multitud de factores, como pueden ser la variedad de tomate o el procesado del mismo (Del Valle et al., 2006). Por ello, el objetivo de este trabajo fue analizar las variaciones en la composición química y la digestibilidad de la PB de la PT en muestras recogidas durante una campaña de recolección del tomate en dos plantas de procesado.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Las 12 muestras utilizadas en este trabajo se obtuvieron en dos plantas de procesado de tomate (Tomates del Guadiana Soc. Coop. y PRONAT) entre el 12 de agosto y el 16 de septiembre de 2016, con intervalos de una semana. Las muestras (3 – 4 kg) se liofilizaron y se molieron a 1mm para analizar la composición química y a 2 mm para la medida de la digestibilidad intestinal *in vitro* de la PB. El contenido en cenizas, nitrógeno (N) y extracto etéreo (EE) se analizó según los procedimientos descritos por la AOAC (2005). El contenido en fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD) se analizó siguiendo la técnica secuencial descrita por Van Soest *et al.* (1991). El contenido en nitrógeno insoluble en solución ácido detergente (ADIN) se determinó en el residuo de FAD. Los contenidos en azúcares y polifenoles solubles (PS) se analizaron por métodos colorimétricos siguiendo la técnica de la Antrona descrita por Yemem y Willis (1954) y de Folin-Ciocalteu (1965), respectivamente. La determinación de la digestibilidad intestinal *in vitro* de la PB (DIPB) se llevó a cabo mediante los procedimientos descritos por Gargallo et al. (2006). Brevemente, se pesaron 3 g de cada muestra de PT en bolsas de nylon (15 x 10 cm; 46 µm de poro) y se colocaron dos bolsas de cada muestra en el saco ventral del rumen en tres ovejas fistuladas inmediatamente antes de la comida de la tarde. Pasadas 16 horas, se retiraron las bolsas, se lavaron y congelaron a -80°C para su posterior lavado y liofilización. Posteriormente se pesaron las bolsas para determinar la degradabilidad ruminal aparente de la MS (DRMS), se mezclaron los residuos de las dos bolsas de cada muestra y oveja y se analizó su contenido en N para determinar la degradabilidad ruminal de la PB (DRPB). Para la determinación de la DIPB se pesaron por duplicado 0,5 g de cada residuo de la incubación ruminal en bolsas de nylon (8 x 5 cm; 46 µm de poro). Las bolsas se incubaron a 39°C en el incubador Daisy Ankom (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, Estados Unidos) con una solución 0,1N de HCl (pH 1,9; 39°C) que contenía 1 g/L de pepsina durante una hora, se lavaron y se volvieron a incubar durante 24 horas en una solución de pancreatina (0.5 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> buffer, pH 7.75, 39°C). Finalmente, se lavaron las bolsas, se secaron (40°C; 72 h), se pesaron y se analizó el contenido en N para determinar la DIPB. La digestibilidad total de la PB (DTPB) se calculó a partir de los valores de DRPB y DIPB. Los datos se analizaron mediante el análisis de varianza con medidas repetidas en el tiempo del programa estadístico SAS. Para el análisis de los datos de composición química se consideró el tiempo de muestreo como efecto fijo y para los de digestibilidad se consideró el tiempo de muestreo como efecto

fijo y la oveja en la que se incuban las muestras como efecto aleatorio. Las medias se compararon mediante el test de Tukey. Igualmente, se estudió la correlación entre variables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de composición química (Tabla 1) fueron similares a los obtenidos por Abbeddou et al. (2011). Sin embargo, Fondevila et al. (1994) observaron mayores contenidos en EE y menores en LAD. Las muestras de PT mostraron un elevado contenido en PB, FAD, LAD, EE y azúcares, pero la proporción de N ligado a la FAD (ADIN) fue baja (6,6 - 8,7%) lo que puede indicar una gran disponibilidad del N que contiene este subproducto. Se observaron diferencias ( $P < 0,05$ ) entre las muestras tomadas en distintas semanas en el contenido en LAD y EE, que aumentó y disminuyó con el tiempo, respectivamente. Estas diferencias podrían deberse a diferentes proporciones de piel y semillas en las muestras de PT, ya que estas son las principales fuentes de LAD y EE, respectivamente. Por el contrario, no se observaron diferencias ( $P > 0,05$ ) en el resto de las fracciones químicas analizadas ni en el grado de lignificación de la fibra.

**Tabla 1.** Composición química (g/kg materia seca) de muestras de pulpa de tomate obtenidas en dos plantas de procesado en distintas semanas durante la campaña de 2017 ( $n = 2$ )

Item <sup>1</sup>	Tiempo (semanas)						eem <sup>2</sup>	P-valor
	1	2	3	4	5	6		
MS (g/kg MF)	260	277	244	276	231	291	36,2	0,841
MO	961	965	957	962	963	970	3,5	0,350
PB	173	150	160	158	159	161	8,4	0,623
ADIN	2,22	1,58	2,07	2,08	2,12	2,24	0,146	0,126
FND	541	574	565	589	576	584	9,5	0,096
FAD	408	442	434	466	442	442	9,4	0,063
LAD	217 <sup>a</sup>	244 <sup>ab</sup>	229 <sup>ab</sup>	259 <sup>b</sup>	246 <sup>ab</sup>	270 <sup>b</sup>	7,2	0,017
EE	107 <sup>c</sup>	101 <sup>bc</sup>	76,5 <sup>ab</sup>	69,7 <sup>a</sup>	81,9 <sup>ab</sup>	84,4 <sup>ab</sup>	5,36	0,015
Azúcares	123	124	134	108	113	127	15,4	0,856
PS	4,05	4,36	3,42	3,40	3,05	2,55	0,408	0,137

<sup>1</sup> MF: materia fresca; MS: materia seca; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; ADIN: nitrógeno insoluble en solución ácido detergente; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente; LAD: lignina ácido detergente; EE: extracto etéreo; PS: polifenoles solubles. <sup>2</sup> error estándar de la media. <sup>a-c</sup> medias en la misma fila con diferentes superíndices son diferentes ( $P < 0,05$ ; test de Tukey).

Todas las muestras de PT mostraron una degradabilidad de la MS (medida a las 16 h de incubación) y PB moderadas. Se observaron diferencias ( $P < 0,05$ ) entre las semanas de muestreo en la DRMS (Tabla 2), pero no hubo diferencias ( $P > 0,05$ ) en la DRPB. La DRMS mostró una correlación ( $n = 12$ ) negativa con el contenido en FAD ( $r = -0,73$ ;  $P = 0,008$ ), LAD ( $r = -0,60$ ;  $P = 0,039$ ) y EE ( $r = -0,70$ ;  $P = 0,011$ ), mientras que la DRPB estuvo correlacionada negativamente con el contenido en FAD ( $r = -0,72$ ;  $P = 0,008$ ). Estos resultados podrían deberse a que una reducida degradabilidad de la fibra de la PT (Abbeddou et al., 2011) afectase negativamente a la degradación de la PB. La pequeña cantidad de ADIN de las muestras y la falta de una correlación significativa entre este valor y la DRPB apoyan esta idea. Los resultados obtenidos sugieren que las diferencias encontradas en la DRMS de la PT podrían deberse a la variabilidad en el contenido en EE y LAD y que la DRPB se ve afectada por el elevado contenido en FAD. No hubo diferencias ( $P > 0,05$ ) entre las semanas de muestreo en la DIPB y la DTPB. La DIPB se correlacionó positivamente con el contenido en FAD ( $r = 0,57$ ;  $P = 0,050$ ). Esto podría deberse a que al reducirse la DRPB aumenta la cantidad de PB susceptible de ser digerida en el intestino. Igualmente, el contenido en polifenoles se correlacionó negativamente con la DIPB ( $r = -0,74$ ;  $P = 0,006$ ), lo que podría indicar que los polifenoles forman complejos indigestibles con la proteína. Fondevila et al. (1994) observaron menores valores de DRMS y DRPB (38,9 y 40,6%, respectivamente, a las 24 h de incubación en el rumen), pero Abbeddou et al. (2011) observaron valores similares a los encontrados en

este trabajo para la DRMS (47,6%, a las 16 h de incubación en el rumen) y mayores para la DRPB (64,9%). Los resultados obtenidos indican que el valor nutritivo de la PT es variable, pero no se observan cambios claros en el tiempo a lo largo de la campaña de recolección del tomate, por lo que probablemente son otros factores diferentes los que determinan la variabilidad.

**Tabla 2.** Degradabilidad ruminal de la materia seca (DRMS) y de la proteína (DRPB), digestibilidad intestinal *in vitro* de la proteína (DIPB) y digestibilidad total de la proteína (DTPB) de muestras de pulpa de tomate obtenidas en dos plantas de procesamiento en distintas semanas durante la campaña de 2017 (n = 2)

Item	Tiempo (semanas)						eem <sup>1</sup>	P-valor
	1	2	3	4	5	6		
DRMS (%)	54,0 <sup>b</sup>	52,3 <sup>ab</sup>	53,0 <sup>ab</sup>	48,8 <sup>a</sup>	49,2 <sup>a</sup>	48,9 <sup>a</sup>	1,10	0,005
DRPB (%)	56,3	51,5	49,2	51,1	50,2	47,8	2,66	0,344
DIPB (%)	45,0	43,0	46,7	46,6	47,5	46,7	1,90	0,593
DTPB (%)	76,1	73,0	72,6	73,9	74,1	72,2	1,07	0,190

<sup>a-b</sup> medias en la misma fila con diferentes superíndices son diferentes (P<0,05; test de Tukey). <sup>1</sup> error estándar de la media

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

• Abbeddou S. *et al.* 2011. Anim. Feed Sci. Technol. 163: 99-110. • AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Ed. Association of Official Analytical Chemists. (16th ed. 5th rev.). Internacional. • Del Valle M. *et al.* 2006. J. Sci. Food Agric. 86: 1232-1236. • Fondevila M *et al.* 1994. Small Rumin. Res. 13: 117-126. • Gargallo S. *et al.* 2006. J. Anim. Sci. 84: 2163-2167. • Singleton V.L., Rossi J.A. 1965. Am. J. Enol. Vitic. 16: 144-158. • Van Soest P.J. *et al.* 1991. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597. • Yemm E.W., Willis. A.J. 1954. Biochem. J. 57: 508-514.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por el MINECO (Proyecto AGL2016-75322-C2-1-R). Nuestro agradecimiento al Dr. Fermín López por su ayuda para conseguir las muestras usadas en este estudio y a Tomates del Guadiana Soc. Coop. y PRONAT por proporcionarlas.

## CHEMICAL COMPOSITION AND PROTEIN DIGESTIBILITY OF TOMATO POMACE

**ABSTRACT:** The objective of this study was to determine the variability in chemical composition and digestibility of tomato pomace (PT) samples obtained during the 2016 tomato campaign. Twelve samples were weekly obtained from two processing plants over a period of 6 weeks. Nylon bags containing PT samples were incubated in the rumen (16h) for measuring ruminal degradability of dry matter (DRMS) and protein (DRPB). Afterwards, the residue was incubated *in vitro* with solutions of pepsin and pancreatin to measure *in vitro* protein intestinal digestibility (DIPB). Finally, total protein digestibility (DTPB) was calculated from DRPB and DIPB values. Data were analysed as a mixed model with repeated measurements. Samples of PT had high contents of crude protein, acid detergent fibre (FAD), acid detergent lignin, ether extract (EE) and sugars. There were only differences (P>0.05) between sampling times in the content of LAD and EE and in DRMS. Values of DRMS, DRPB, DIPB and DTPB ranged from 48.8 to 54.0%, 49.2 to 56.2%, 43.0 to 47.5%, and 72.2 to 76.1%. Both DRMS and DRPB were negatively correlated with the content of FAD, and DIPB was negatively correlated with polyphenols content. Data suggest that PT composition and nutritive value is highly variable and depends on many factors different from sampling time.

**Keywords:** tomato pomace, sampling time, chemical composition, *in vitro* intestinal digestibility