COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* EN PORCINO Y RUMIANTES DE SUBPRODUCTOS DE LA ACEITUNA

Farias, C., Marcos, C.N., García-Rebollar, P., Rodríguez, C.A., Carro, M.D. y de Blas, C.
Departamento de Producción Agraria, E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España.
c.deblas@upm.es

INTRODUCCIÓN

Durante la obtención del aceite de oliva se generan grandes cantidades de subproductos que tienen un alto poder contaminante, pero también contienen nutrientes, por lo que pueden ser utilizados en alimentación animal. Dos de estos subproductos son la pulpa de aceituna y el orujillo, ambos procedentes del procesado del alperujo. El alperujo, tras ser deshidratado y retirados los restos de huesos, genera pulpa de aceituna, cuya grasa puede ser posteriormente extraída y se genera orujillo. La composición química de estos subproductos varía ampliamente según las características de la aceituna y las condiciones de cultivo, pero también con el procesado que sufren en las orujeras, influyendo todos estos factores en su valor nutritivo (Molina-Alcaide et al., 2003). El objetivo de este trabajo fue analizar la variabilidad existente en la composición química de muestras de pulpa de aceituna y orujillo y la relación entre la composición química y su digestibilidad *in vitro* en poricno y rumiantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 24 muestras, 15 de pulpa de aceituna y 9 de orujillo, que fueron recogidas en diferentes fechas en cuatro orujeras. Doce de las muestras (6 de pulpa de aceituna y 6 de orujillo) procedían de la misma balsa y fueron recogidas a intervalos de un mes, durante seis meses consecutivos. Las muestras se molieron (1 mm) y se analizó su composición química (AOAC, 1999) y su digestibilidad *in vitro*. La determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) en porcino se llevó a cabo según la metodología propuesta por Boissen (1991), con las modificaciones descritas por Abad *et al*. (2013). El procedimiento se realizó en bolsas de poliéster (Ankom Corp #57; 30 µm; Ankom Technology Corp., Fairport, NY, EE.UU.), en las que se pesaron 500 mg de muestra y se sometieron a tres incubaciones sucesivas con pepsina, pancreatina y viscozyme. Para prevenir adherencias de la muestra en las bolsas se realizaron tres lavados con acetona y se dejaron en papel absorbente. Por último, se secaron las bolsas a 103 ºC durante 24 h.
Para la determinación de la digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca en el rumen (Van Soest et al., 1966) se pesaron 300 mg de muestra en bolsas de poliéster (Ankom Corp #57) y se incubaron con una mezcla 1:4 de líquido ruminal y el medio de cultivo de Goering y Van Soest (1970) durante 24 horas. El líquido ruminal se obtuvo de cuatro ovejas, que recibieron dos veces al día con heno de gramíneas y concentrado en proporción 2:1. Posteriormente, las bolsas se lavaron con agua fría, se secaron en estufa (60 °C), se trataron con una solución neutro detergente y ebullición durante 1 hora, se lavaron y se secaron (60 ºC) para calcular la digestibilidad *in vitro* de la MS.
Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y se utilizaron bolsas sin contenido como blanco en cada tanda de incubación. Las incubaciones se llevaron a cabo en un incubador (Ankom Daisy II; Ankom Technology Corp., Fairport, NY, EE.UU.) a 39 °C y con rotación continua. Las relaciones entre la composición química y la digestibilidad in vitro se analizaron mediante análisis de regresión, usando el Proc REG (opción stepwise) del programa SAS (Statistical Analysis Systems, Inst. Inc., Cary, NC).

Resultados y Discusión

Se observaron pocas diferencias entre la pulpa de aceituna y el orujillo en los valores extremos (máximo y mínimo) de los contenidos en proteína bruta y azúcares (Tabla 1). En cuanto al contenido en extracto etéreo, en las muestras de pulpa de aceituna llegó al 19,5%, mientras que en las muestras de orujillo fue inferior al 3,5%. Los valores de digestibilidad *in vitro* de la MS en porcino de la pulpa de aceituna y el orujillo fueron mayores que los valores obtenidos en rumiantes. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la digestibilidad en porcino estima la digestibilidad en el total de tracto digestivo, mientras que la de rumiantes estima la digestibilidad verdadera en el rumen.

La digestibilidad *in vitro* de la pulpa de aceituna fue mayor que la del orujillo, tanto en porcino como en rumiantes.

***Tabla 1**. Composición química y digestibilidad* in vitro *de la materia seca (DIV) de muestras de pulpa de aceituna y orujillo*

	Pulpa de aceituna (n = 15)		Orujillo (n = 9)	
Item	Media	Mínimo - máximo	Media	Mínimo - máximo
Materia seca (MS), % MF	90,6	86,2 - 94,4	88,6	86,0 - 90,8
Materia orgànica, %MS	92,3	88,7 - 94,8	91,9	89,4 - 93,5
Fibra neutro detergente, %MS	55,4	42,4 - 71,2	64,5	52,8 - 76,6
Fibra ácido detergente,%MS	39,2	29,1 - 48,7	45,2	38,5 - 51,7
Lignina ácido detergente, %MS	19,6	13,6 - 23,9	22,2	19,7 - 24,8
Extracto etéreo, %MS	12,7	8,60 - 19,5	1,59	0,40 - 3,20
Proteína bruta (PB), %MS	10,5	8,30 - 13,9	11,1	9,90 - 14,7
PB-fibra ácido detergente, %MS	5,16	3,25 - 6,78	5,88	4,90 - 7,63
Azúcares, %MS	3,92	0,80 - 20,2	5,74	0,80 - 19,7
Energía bruta, MJ/kg MS	22,5	21,5 - 23,6	20,0	19,5 - 20,8
DIV porcino, %	66,2	51,3 - 78,8	61,9	50,8 - 75,2
DIV rumiantes, %	52,5	36,6 - 65,2	48,7	37,1 - 65,1

Los valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca en porcino y rumiantes se redujeron al aumentar el tiempo de almacenamiento en la balsa (P<0,001; Figura 1), aunque la reducción fue, en general, más acusada para los valores de los rumiantes. Existieron pocas diferencias entre los dos tipos de subproductos (pulpa de aceituna y orujillo) en sus valores de digestibilidad *in vitro* de la MS, pero las diferencias se acentuaron al aumentar el tiempo de almacenamiento.

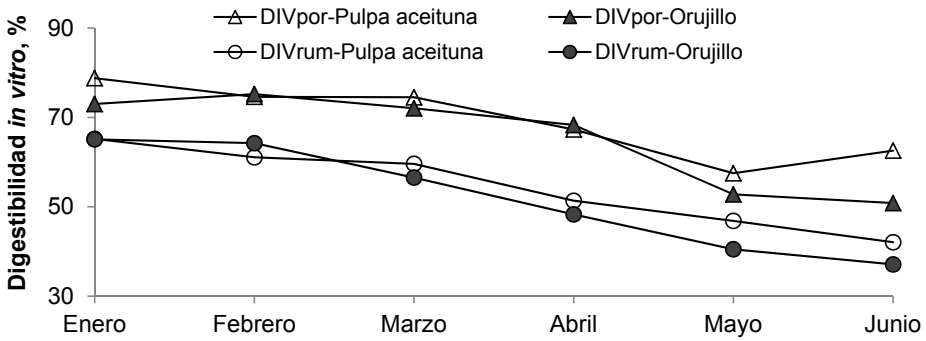


***Figura 1.** Efecto de la fecha de recogida de muestras de pulpa de aceituna y orujillo en la digestibilidad* in vitro *de la materia seca (%) en porcino (DIVpor) y en el rumen (DIVrum).*

La Digestibilidad *in vitro* de la MS en porcino se pudo predecir a partir del contenido en fibra ácido detergente y azúcares y la de rumiantes a partir del contenido en fibra neutro detergente y azúcares cuando se utilizaron las 24 muestras (Tabla 2). La Digestibilidad *in vitro* de la MS en porcino se pudo predecir a partir del contenido en fibra ácido detergente (FAD) y azúcares y en rumiantes a partir del contenido en fibra neutro detergente (FND) y azúcares cuando se utilizaron las 24 muestras (Tabla 2). Para las muestras de pulpa de aceituna, la digestibilidad *in vitro* de la MS en porcino se predijo a partir del contenido en FAD, proteína bruta y azúcares y la de rumiantes a partir del contenido en FAD y azúcares.

Para las muestras de orujillo se obtuvo una buena predicción a partir del contenido en FND y extracto etéreo en porcino y del contenido en FND y azúcares en rumiantes. En todos los casos el aumento las fracciones FAD y FND ocasionó una disminución de la digestibilidad *in vitro* de la MS y el aumento del contenido en azúcares la afectó positivamente.

Tabla 2. *Ecuaciones de predicción de la digestibilidad* in vitro *de la materia seca (DIV) en porcino y rumiantes de muestras de pulpa de aceituna y orujillo a partir de la composición química*

	Ecuación[1]	R^2	P-valor
Pulpa de aceituna y orujillo			
DIV porcino	111,3 (±6,77) – 1,19 (±0,15) FAD + 0,53 (±0,18) AZ	0,82	0,001
DIV rumiantes	95,1 (±4,28) – 0,79 (±0,07) FND + 0,56 (±0,13) AZ	0,91	0,001
Pulpa de aceituna			
DIV porcino	45,6 (±21,08) – 0,56 (±0,25) FAD + 3,60 (±0,25) PB +1,16 (±0,28) AZ	0,91	0,001
DIV rumiantes	103,4 (±4,61) – 1,34 (±0,11) FAD + 0,40 (±0,14) AZ	0,94	0,001
Orujillo			
DIV porcino	124,7 (±10,04) – 1,04 (±0,15) FND + 2,48 (±1,22) EE	0,90	0,001
DIV rumiantes	97,2 (±4,28) – 0,81 (±0,16) FND + 0,67 (±0,24) AZ	0,95	0,001

[1] FAD: fibra ácido detergente; AZ: azúcares; FND: fibra neutro detergente; PB: proteína bruta; EE: extracto etéreo. Todas las fracciones expresadas en g/100 g de materia seca.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos AGL2014-56653-C3-1-R y AGL2016-75322-C2-1-R, ambos financiados por el MINECO. Nuestro agradecimiento al Dr. Fernando Bacha por su ayuda para obtener las muestras utilizadas en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

● AOAC 1999. Official Methods of Analysis. Ed. Association of Official Analytical Chemists. (16th ed. 5th rev.). Internacional. • Abad R. et al. 2013. Anim. Feed Sci. Technol., 182: 61-70. • Boissen S. 1991. CAB international, Wallingford, UK., pp.135-145. • Goering, H. K., Van Soest P.J. 1970. Agricultural Research Service-USDA, Washington, D.C. ● Molina-Alcaide E. et al., 2003. Small Rumin. Res. 49: 329–336. ● Van Soest P.J. et al., 1966. Proc. 10th Int. Grasslands Congress pp. 438-441. Helsinki, Finnish Grassland Association.

CHEMICAL COMPOSITION AND *IN VITRO* RDRY MATTER DIGESTIBILITY IN PIG AND RUMINANTS OF OLIVE BY-PRODUCTS

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the variability in chemical composition and dry matter *in vitro* digestibility in pigs (IVDpig) and true dry matter *in vitro* digestibility in the rumen (IVDrum) of 24 samples of olive by-products (15 of crude olive cake (COC) and 9 of exhausted olive cake (EOC)). There was great variability in the content (% dry matter) of neutral detergent fibre (NDF; 42.4 - 71.2% for COC and 52.8 - 76.6% for EOC), acid detergent fibre (ADF; 29.1 – 48.7% and 38.5 – 51.7%), acid ether extract (EE; 8.60 – 19.5% and 0.40 – 3.20%), crude protein (CP; 8.30 – 13.9% and 9.90 – 14.7%) and sugars (0.80 – 20.2 and 0.80 – 19.7%). Values of IVDpig ranged from 51.3 to 78.8% for COC and from 50.8 to 75.2% for EOC, whereas those of IVDrum ranged from 36.6 to 65.2 for COC and from 37.1 to 65.1% for EOC. Both IVDpig and IVDrum decreased by increasing the storage time in the pond. The IVDpig could be predicted from ADF and sugars content ($P<0.001$; $R^2 = 0.82$) and IVDrum from NDF and sugars content ($P<0.001$; $R^2 = 0.91$).

Keywords: crude olive cake, exhausted olive cake, chemical composition, *in vitro* digestibility