

ALTO CONTENIDO EN COMPUESTOS POLIFENÓLICOS DE LA VARIEDAD NEVADILLO NEGRO Y DEL ACEITE D.O. MONTORO-ADAMUZ.

1.- Introducción

El aceite de oliva virgen extra tiene muchas propiedades beneficiosas para el organismo, gran parte de estas propiedades son debidas a los fenoles, agentes antioxidantes naturales. A pesar de que el cuerpo produce sus propios antioxidantes, los alimentos que comemos son una importante fuente. **El aceite de oliva virgen extra**, contiene una amplia variedad de valiosos antioxidantes que no se encuentran en otros aceites.

Los compuestos en polifenoles forman parte de la fracción polar de los aceites de oliva vírgenes, y hay evidencias que la estabilidad de los aceites a la autooxidación es particularmente debido a los altos contenidos en estas sustancias, y particularmente los ortodifenoles¹. Los compuestos fenólicos contribuyen también a la astringencia y sabores amargos de los aceites de oliva²

Los compuestos polifenólicos ha despertado un gran interés recientemente en el mundo de la dietética y nutrición, debido a sus potenciales beneficios para la salud, entre ellas, un efecto antioxidante, actuando como protector frente a la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y rompe las reacciones en cadenas peroxidativas, por otro lado inhibe las enzimas implicadas en procesos inflamatorios y por último inhibe el metabolismo de los procarcinogénicos^{3,4}

Los antioxidantes ayudan a prevenir el daño causado por unas moléculas conocidas con el nombre de "radicales libres" a los tejidos corporales. El cuerpo produce estos radicales libres porque necesita oxígeno, y la cantidad se incrementa a medida que envejecemos. Los radicales libres se han relacionado con enfermedades del corazón, cáncer y envejecimiento. Los antioxidantes juegan un papel importante en las arterias. Las lipoproteínas de baja densidad (LDL) o

colesterol malo, son sólo realmente nocivas cuando se oxidan. Si esto ocurre, se forman unas partículas que crean una placa que se acumula y aumentan increíblemente las posibilidades de bloquear una arteria. **El aceite de oliva** virgen extra, como antioxidante natural, ayuda a prevenir que ocurra esta oxidación.

Al igual que otros aceites vegetales, el aceite de oliva tiene grasas monoinsaturadas, beneficiosas para la salud. El aceite de oliva tiene, además, una cantidad importante de polifenoles que aportan un beneficio añadido, existiendo diferentes estudios que lo demuestran como el estudio PREDIMED, el estudio de la Unidad de Lípidos y Arteriosclerosis del Hospital Reina Sofía, de Córdoba y el proyecto Euroolive, en el que han participado siete centros de investigación de España, Dinamarca, Finlandia, Italia y Alemania, que demuestra los efectos de los polifenoles del aceite de oliva sobre el daño oxidativo, la inflamación, la disfunción endotelial y el efecto antitrombótico”

El trabajo realizado por la Unidad de Lípidos y Arteriosclerosis del Hospital Reina Sofía, de Córdoba, demuestra los beneficios para la coagulación que supone el consumo de un aceite de oliva virgen rico en polifenoles, en el que mejoraron los niveles de factores sanguíneos que condicionan un mayor riesgo de trombosis. Lo cual demuestra que el aceite de oliva virgen y virgen extra, ricos en polifenoles tienen más propiedades que otros tipos de aceite y aporta beneficios muy importantes sobre el sistema circulatorio.

En el estudio EUROLIVE se trataron los efectos de los polifenoles del aceite de oliva sobre el daño oxidativo, la inflamación, la disfunción endotelial y el efecto antitrombótico, Los resultados de los estudios clínicos han mostrado que el aceite de oliva es algo más que una grasa monoinsaturada. Los polifenoles del aceite de oliva disminuyen la oxidación del colesterol y aumentan el colesterol “bueno”, el HDL-colesterol, lo que contribuiría a la protección frente al riesgo cardiovascular. Estos efectos son mayores cuanto más alto es el contenido de polifenoles del aceite de oliva, que disminuye el nivel de triglicéridos y el stress oxidativo de las células. Además, el consumo de aceite de oliva en general disminuyó los niveles de oxidación del ADN, considerados un posible factor de riesgo para el desarrollo del cáncer.

¹ Baldioli M., Servili, M., Perretti G., Montedoro, GF (1996). J. Am Oil Chem Soc 73: 1589-1593.

² Gutiérrez F., Albi MA, Palma R., Ríos JJ, Olías JM (1989). J Food Sci 54: 68-70.

³ Manna C., Galletti, P., Cuccioolla V., Molledo O., Leone A., Zappia V. (1997). J. Nutr 127: 286-292.

⁴ Kohyama N., Nagata T., Fujimoto, S. Sekiya K. (1997). Biosci Biotechnol Biochem 61: 347-350.

Según la información que tiene el equipo del Instituto Catalán de Oncología (ICO) y de la Universidad de Granada, el aceite de oliva puede combatir el cáncer de mama, en cuya investigación se ha analizado el efecto que producen los polifenoles del aceite (antioxidantes naturales) en líneas celulares del cáncer. Los científicos extrajeron fracciones de compuestos fenólicos del aceite de oliva virgen, que aplicaron a líneas celulares del cáncer de mama. Observaron que provocaban un efecto tumorícida de forma selectiva contra el oncogen HER2, responsable del desarrollo del cáncer.

Se ha demostrado que los aceites de oliva no presentan el mismo contenido fenólico, existen notables variables entre los aceites, destacando notablemente el aceite de oliva virgen extra y que dentro de esta categoría también existen distinciones sujetas a la juventud de las aceitunas en su recolección, la temperatura utilizada durante el proceso de elaboración del aceite y la variedad que es la principal responsable del mayor contenido fenólico, y consecuentemente de la estabilidad de los aceites frente a la oxidación, por lo cual **resultará clave en el futuro conseguir un aceite de oliva virgen extra con más Polifenoles, agentes antioxidantes naturales.**

Los compuestos fenólicos han sido usados en estudios quimiométricos con el ánimo de caracterizar la zonas geográficas productoras de aceites de oliva vírgenes extra^{5,6}, además de los usados en estudios discriminantes más tradicionales que utilizan ácidos grasos y triglicéridos de los aceites.

Debido a que los polifenoles son reconocidos como marcadores químicos discriminantes de los aceites de oliva vírgenes, influenciados por el ambiente y la variedad de olivo, puede contribuir a la caracterización de los aceites de oliva vírgenes extra de la D.O. MONTORO-ADAMUZ y relacionarlos con su ambiente agrológico.

2.- Material y métodos

En el presente estudio se comparan los niveles de compuestos polifenólicos de los aceites de la D.O. MONTORO-ADAMUZ con niveles de polifenoles en aceites de otras zonas productoras de aceite acogidas a D.O., y en donde la variedad de olivo picual es la predominante, con objeto de estudiar diferencias en los contenidos fenólicos medios de los aceites de esta D.O., y asociarlas a sus condiciones agrológicas.

Por otro lado, se quiere conocer la influencia de la variedad NEVADILLO NEGRO, autóctona de la zona de producción de la D.O. Montoro-Adamuz sobre los

aceites de esta D.O., para lo cual dentro de los aceites seleccionados de las distintas almazaras de Montoro-Adamuz, se han seleccionado diferentes coupages de las variedades PICUAL y NEVADILLO NEGRO en proporciones diferentes.

La comparativa se realiza a partir de muestras de aceites comerciales obtenidas a partir de aceites certificados por la D.O. Montoro-Adamuz a lo largo de la campaña de recolección 2008/09 en distintas almazaras autorizadas dentro de la zona de la D.O. Montoro-Adamuz. Los resultados de polifenoles analizados se han confrontado con los aparecidos en bibliografía, fundamentalmente en zonas de cultivo de la variedad Picual, variedad principal de referencia en la D.O. Montoro-Adamuz. La mayor zona de cultivo de olivar especializada en la variedad picual en España, se encuentra en toda la provincia de Jaén, donde además se desarrolla a nivel casi monovarietal, no existiendo influencia destacable de otras variedades de olivo.

Dentro de la provincia de Jaén, se ha tenido en cuenta la comarcalización descrita en bibliografía, y que tiene en cuenta las Denominaciones Origen Protegidas (D.O.P.) de aceites reconocidas actualmente (SIERRA DE SEGURA, SIERRA MAGINA Y SIERRA DE CAZORLA) así como la D.O. que existe en trámite de reconocimiento (CAMPIÑAS DE JAEN).

Para la realización del estudio comparativo de polifenoles de los aceites, se ha tenido en cuenta un método de referencia analítico para la determinación de las distintos compuestos polifenólicos a nivel cuantitativo, puesto a punto por el Dpto. de Biotecnología del Instituto de la Grasa de Sevilla, (Centro de prestigio a nivel internacional y referente en el estudio de aceites y grasas vegetales, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas), método de extracción completa de polifenoles y su cuantificación a través de la detección de sistema colorimétrico de electrodos en serie⁷. Ante la diversidad de métodos analíticos, no exhaustivos, de cuantificación de polifenoles existentes en la actualidad y ninguno de referencia adoptado por el C.O.I. (Comité Oleícola Internacional), existe una gran disparidad de resultados en bibliografía no comparables sobre los niveles de compuestos fenólicos en aceites de oliva vírgenes.

2.1 Conjunto estadístico experimental:

Se han analizado muestras de aceites comerciales certificados por la D.O. MONTORO-ADAMUZ durante la campaña 2008, procedentes de almazaras pertenecientes a esta D.O., con distintos coupages

⁵ Stefanoudaki E., Kotsifaki F., Koutsaftakis A (2000). J Sci. Food Agrid 80: 381-389.

⁶ Boggia R., Zunin P., Lanteri S., Rossi N., Evangelisti F. (2002). J. Agric Food Chem 47: 3535-3540.

⁷ Brenes, M., García, A., García, P.G., Garrido, A. (2000). Rapid and Complete Extraction of Phenols from Olive Oil and Determination by Means of Coulometric Electrode Array System. J. Agric. Food Chem 2000, 48, 5178-5183.

formados por la variedad PICUAL, y la variedad NEVADILLO. Dentro de las muestras se han definido los siguientes grupos estadísticos:

- Grupo 1: coupages de la D.O. Montoro-Adamuz formados entre 90-100% de la variedad NEVADILLO NEGRO y 10-0% por variedad PICUAL de la D.O. Montoro-Adamuz.
- Grupo 2: coupages de la D.O. Montoro-Adamuz formados entre 30-10 % de la variedad NEVADILLO NEGRO y 70-10% por la variedad PICUAL.
- Grupo 3: aceites monovarietales de PICUAL procedentes de la D.O. MONTORO-ADAMUZ (coupages formados al 0% de la variedad NEVADILLO NEGRO y 100% por la variedad PICUAL).

Tabla.- Influencia de la variedad NEVADILLO NEGRO en la composición de polifenoles del coupage de los aceites de la D.O. Montoro-Adamuz.

Nombre del compuesto polifenólico	Coupage 100-90%		Coupage 30-10%		Coupage 0%	
	Micromol/Kg	ppm	Micromol/Kg	ppm	Micromol/Kg	ppm
Hy (Hidroxitirosol)	253,9	39,1	267,8	41,25	292,3	45,01
Hy-AC (Hidroxitirosol acetilado)	52,3	10,25	91,8	17,99	67,6	13,25
Hy-EDA (forma dialdehídica de ácido elenólico unida a hidroxitirosol)	690,9	221,1	863,5	276,31	214,7	68,7
Hy-EA (aglucona de oleuropeína)	1.599,3	604,55	1.158,4	437,86	756,1	285,8
Tirosol	139,5	19,25	91,7	12,65	125,7	17,35
Ty-EDA (forma dialdehídica de ácido elenólico unida a tirosol)	243,4	74	274,2	83,35	151,1	45,95
Ty-EA (aglucona de ligustrósido)	1.353,0	489,8	985,5	356,74	601,2	217,65
Pinoresinol	105,2	37,65	129,5	46,37	119,4	42,75
Otros	41,8		60,8	8,91	208,5	31,4
Polifenoles totales	4.437,6	1.495,7	3.862,3	1.281,43	2.328,2	767,86

Fuente: Elaboración propia a partir de datos analíticos de muestras de aceite de la D.O. Montoro-Adamuz campaña 2008/09. Analítica realizada en el Instituto de la Grasa de Sevilla. Método de extracción completa de polifenoles y su cuantificación a través de la detección de sistema colorimétrico de electrodos en serie.

2.2 Estudio comparativo realizado a nivel bibliográfico.

Se realiza un estudio comparativo bibliográfico entre los resultados encontrados en el anterior diseño experimental con datos publicados en bibliografía por los mismos autores del ensayo analítico (Dr. Manuel Brenes, Dpto. de Biotecnología del Instituto de la Grasa de Sevilla, C.S.I.C.) para las distintas zonas de la provincia de JAEN⁸.

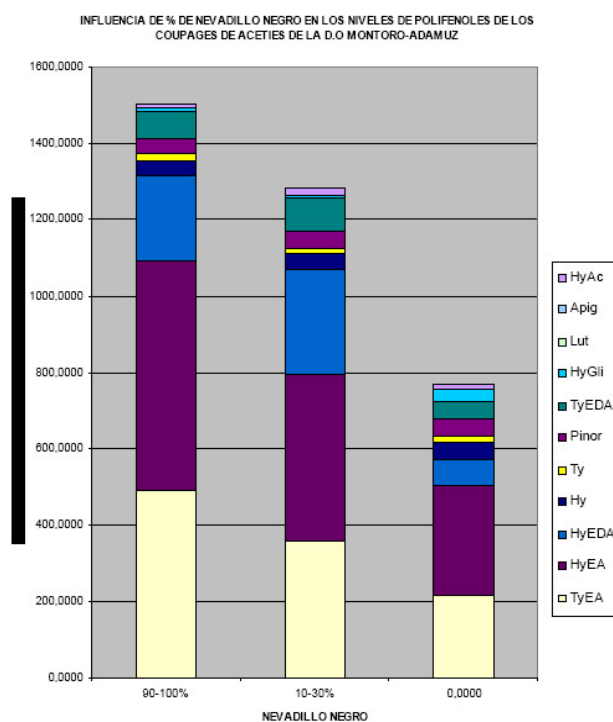
Por otro lado, se realiza un estudio comparativo a nivel bibliográfico con aceites de oliva monovarietales comerciales vírgenes extra⁹ procedentes de las variedades Picual, Hojiblanca y Arbequino, principales aceites monovarietales existentes en España. Estos datos corresponden igualmente a una publicación de los mismos autores del ensayo analítico (Dr. Manuel

Brenes, Dpto. de Biotecnología del Instituto de la Grasa de Sevilla, C.S.I.C.).

3.- Resultados analíticos y discusión

3.1.- Influencia de la variedad Nevadillo Negro en la composición de polifenoles de los aceites de la D.O. Montoro-Adamuz

Se pone de manifiesto en la siguiente tabla la influencia de la variedad Nevadillo Negro, autóctona de la zona D.O. Montoro-Adamuz en los contenidos de polifenoles totales de la D.O. Montoro-Adamuz, que llegan a ser casi el triple para coupages del 90-100% de la variedad Nevadillo negro y del doble para coupages del 10-30%.

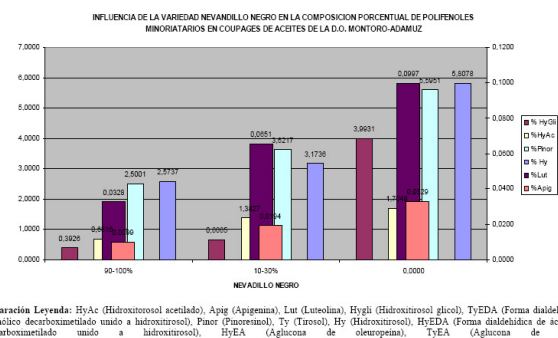
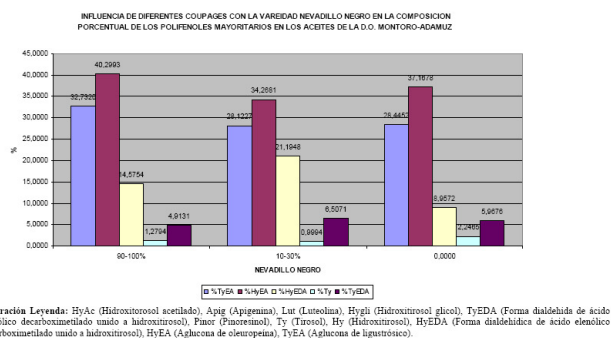


Aclaración Leyenda: HyAc (Hidroxitirosol acetilado), Apig (Apigenina), Lut (Luteolina), HyGli (Hidroxitirosol glicol), TyEDA (Forma dialdehídica de ácido elenólico decarboximetilado unido a hidroxitirosol), Pinor (Pinoresinol), Ty (Tiroso), Hy (Hidroxitirosol), HyEDA (Forma dialdehídica de ácido elenólico decarboximetilado unido a hidroxitirosol), HyEA (Aglucona de oleuropeína), TyEA (Aglucona de ligustrósido).

La composición porcentual en compuestos polifenólicos manifiesta una clara influencia por la variedad Nevadillo Negro, autóctona de la zona de la D.O. Montoro-Adamuz, de tal forma que aumenta los niveles porcentuales de los componentes polifenólicos mayoritarios, principalmente HyEA (Aglucona de oleuropeína) y TyEA (Aglucona de ligustrósido) formas químicas glucosas de Hydroxitirosol y Tiroso, principales responsables de la capacidad antioxidante de los aceites. Por otro lado, los porcentajes de los polifenoles minoritarios para los aceites con alta participación de la variedad nevadillo son más bajos.

⁸ Aranzzu García, Manuel Brenes (2002).- Study of phenolic compounds in virgin olive oils of the Picual variety. Eur Food Technol (2002): 215:407-412.

⁹ A. García, M. Brenes, P. García, C. Romero, A. Garrido (2003).- Phenolic content of commercial olive oils.



Los perfiles de los polifenoles encontrados para la variedad NEVADILLO NEGRO, comparados en términos porcentuales con las otras variedades de aceite comerciales, presentan diferencias en Hy-EA y Ty-EDA, por lo que constituye una huella dactilar característica de esta variedad de olivo.

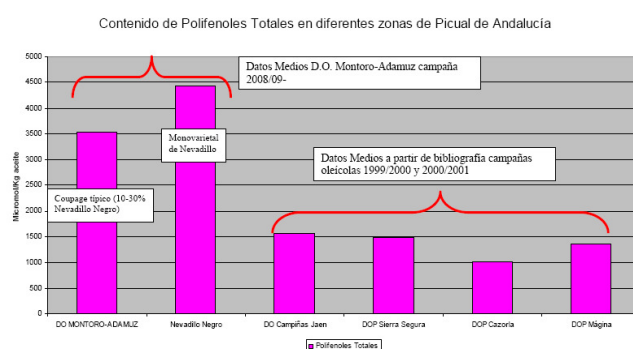
Se constatan en las diferencias de los perfiles de polifenoles la influencia de la variedad Nevadillo Negro, que aporta los mayores contenidos en las formas complejas de Tiroso (HyEDA, HyEDA) e Hidroxitirosol (TyEA). Estas formas complejas del Tiroso y del Hidroxitirosol son verdaderos reservorios de estas mismas moléculas simples, directos responsables del poder antioxidante en los aceites de oliva¹⁰, encontrándose en mayores contenidos en los aceites de la D.O. Montoro-Adamuz como consecuencia de la presencia de la variedad Nevadillo Negro en estos aceites.

Tradicionalmente los aceites de Montoro-Adamuz han sido considerados muy estables frente a la oxidación, razón que les ha valido un prestigio en los mercados. La presencia en mayor proporción de estas moléculas complejas de Tiroso e Hidroxitirosol en los aceites de Montoro-Adamuz es el motivo que sean aún más estables frente a la oxidación que los aceites de oliva monovarietales de Picual, tradicionalmente

considerados los más estables junto a los aceites de la variedad cornicabra¹¹.

3.2.- Comparativa de los aceites de la D.O. Montoro-Adamuz frente a la bibliografía encontrada de la variedad Picual.

Se ha efectuado una comparativa de los componentes fenólicos encontrados en el estudio analítico de los aceites de la D.O. Montoro-Adamuz realizados de la campaña 2008/09 con los de la bibliografía publicada por el mismo grupo de investigación que han realizado el ensayo analítico, perteneciente al Instituto de la Grasa de Sevilla¹², los cuales realizaron una caracterización completa de toda la provincia de Jaén agrupando las principales zonas olivares durante las campañas 1999/2000 y 2000/2001: Campiñas de Jaén, Sierra Sur, Sierra de Cazorla, Sierra Segura y Sierra Mágina.



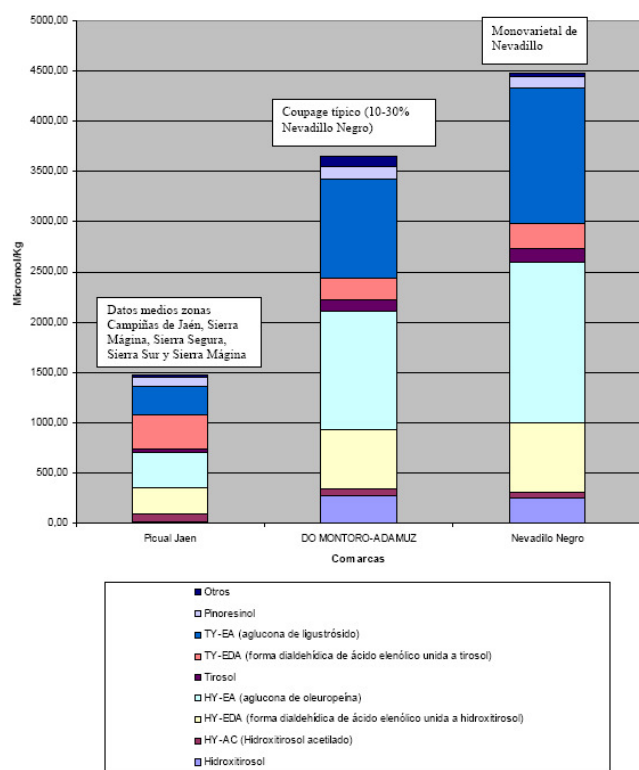
En las gráficas se realiza una comparativa de los resultados encontrados en los contenidos fenólicos de los aceites de la D.O. Montoro-Adamuz frente a los de diferentes zonas productoras de la variedad Picual de la provincia de Jaén según la anterior bibliografía. Tal y como se comenta por los mismos autores en la anteriormente citada publicación, no existe diferencia estadística entre los contenidos polifenólicos totales entre las diferentes zonas oleícolas de Jaén, ni tampoco en los perfiles de los diferentes compuestos polifenólicos, pudiéndose considerar a la D.O. Campiñas de Jaén donde puedan encontrarse los mayores contenidos en polifenoles. Al comparar estos datos bibliográficos de Jaén, que corresponden a la media de las campañas 1999/2000 y 2000/2001, con los de la D.O. Montoro-Adamuz, se aprecia una importante diferencia entre los niveles fenólicos y lo que es más importante, la fuerte influencia que la variedad Nevadillo Negro tiene en los contenidos de polifenoles totales en los coupages de los que forma parte dentro de la D.O. Montoro-Adamuz.

¹⁰ Aranzazu García, Manuel Brenes, Concepción Romero, Pedro García y Antonio Garrido (2002).- Study of phenolic compounds in virgin olive oils of the Picual variety. Eur Food Res Technol. (2002) 215: 407-412.

¹¹ A. García, M. Brenes, P. García, C. Romero., A. Garrido (2003).- Phenolic content of comercial olive oils. Eur Food Technol (2003) 216: 520-525.

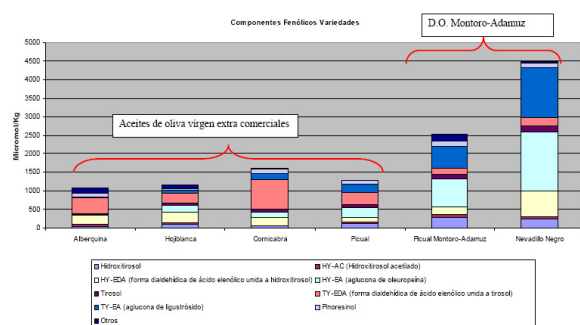
¹² Aranzazu García, Manuel Brenes, Concepción Romero, Pedro García y Antonio Garrido (2002).- Study of phenolic compounds in virgin olive oils of the Picual variety. Eur Food Res. Technol (2002) 215: 407-412.

Contenido en compuestos fenólicos de diferentes zonas productoras de la variedad Picual



3.3.- Comparativa de los aceites de la D.O. Montoro-Adamuz frente a aceites comerciales publicados en bibliografía.

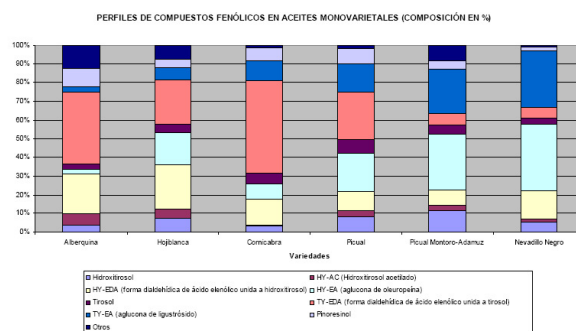
Por último, se ha realizado una comparativa, a partir de datos bibliográficos, de aceites comerciales de las principales variedades de aceituna que se cultivan en España, y los aceites de la D.O. Montoro-Adamuz. La bibliografía utilizada corresponde a estudios de los contenidos de polifenoles en aceites comerciales realizados por el Instituto de la Grasa de Sevilla en 2003¹³.



Gráfica.- Influencia de la variedad Nevadillo Negro en los contenidos polifenólicos y comparativa de los valores de los polifenoles en diferentes aceites comerciales. Fuente: Elaboración propia a partir de datos variedades Arbequina, Hojiblanca, Cornicabra y Picual publicación García A., Brenes, M., García P., Romero, C. y Garrido A. (2003).- Phenolic content of commercial olive oils. Eur Food Technol (2003) 216: 520-525 y datos Picual Montoro-Adamuz y Nevadillo Negro estudio caracterización de polifenoles de la D.O. Montoro-Adamuz realizado por el Instituto de la Grasa, 2009.

En las gráficas se presentan los valores totales y parciales de los polifenoles de los aceites de oliva virgen extra comerciales y los de la D.O. Montoro-

Adamuz. Se aprecia cómo los aceites de la variedad cornicabra presentan los mayores niveles en compuestos fenólicos, le sigue la Picual. En comparación, los aceites de la D.O. Montoro-Adamuz son muy superiores a los valores medios de los aceites comerciales, por encima de los aceites de cornicabra. Los monovarietales de picual de la D.O. Montoro-Adamuz son muy superiores a los picuales monovarietales existentes en el mercado. Se aprecia igualmente, la gran diferencia que aporta además la variedad nevadillo negro en los polifenoles de los aceites monovarietales, que es muy superior a todos.



Gráfica.- Distribución porcentual de las distintas familias de polifenoles en los aceites de la variedad NEVADILLO NEGRO y distintos aceites comerciales estudiados. Fuente: Elaboración propia a partir de datos variedades Arbequina, Hojiblanca, Cornicabra y Picual publicación García A., Brenes, M., García P., Romero, C. y Garrido A. (2003).- Phenolic content of commercial olive oils. Eur Food Technol (2003) 216: 520-525 y datos Picual Montoro-Adamuz y Nevadillo Negro estudio caracterización de polifenoles de la D.O. Montoro-Adamuz realizado por el Instituto de la Grasa, 2009.

Por otro lado, resulta interés comentar los perfiles de los distintos compuestos fenólicos, estudiando su composición relativa en %. Se observa el mayor porcentaje de los polifenoles complejos HyEA (Aglucona y oleuropeína) y TyEA (Aglucona de ligustrósico) responsables del sabor amargo de los aceites.

3.4.- Relación causal entre los contenidos fenólicos de los aceites de la D.O. Montoro-Adamuz y el medio geográfico.

Distintas publicaciones en bibliografía demuestran la influencia de las condiciones ambientales sobre los contenidos de polifenoles en distintos cultivos y particularmente en olivar. Las condiciones de estrés hídrico del cultivo de olivar es un factor determinante en la concentración de polifenoles en los aceites allí producidos^{14, 15}.

Por otro lado, se encuentra suficientemente constatado en bibliografía para una multitud de cultivos entre ellos la vid y el propio olivar, la influencia de las condiciones de los suelos ácidos y pobres sobre el

¹⁴ Evagelia Stefanoudaki, Mark Willians, Kostas Chartzoulakis, John Harwood (2009).- Effect of irrigation on Quality Attributes of Olive Oil. J. Agric. Food Chem. 2009, 57: 7048-7055..

¹⁵ A. Ranalli, G. De Mattia, M. Patumi, P. Proietti (1999).- Quality of virgin olive oil as influenced by origin area. Grasas y aceites. Vol. 50 Fasc. 4 1999: 249-259.

¹³ A. García, M. Brenes, P. García, C. Romero., A. Garrido (2003).- Phenolic content of commercial olive oils. Eur Food Technol (2003) 216: 520-525

elevado contenido de polifenoles en las plantas^{16, 17, 18}. El olivo en general tiene una mayor adaptación a los suelos neutros y calizos que a los suelos ácidos. Con ello forzamos una situación de estrés en la planta, que repercute en un aumento de la concentración de contenidos fenólicos.

Los suelos de la comarca de Montoro-Adamuz, ubicados sobre suelos ácidos y de poca profundidad de suelo, es una excepción dentro de los olivares del sur de España, que se encuentran ubicados generalmente sobre suelos básicos, fundamentalmente de naturaleza caliza (ver mapas morfogeológico, litológico y edafológico). La comarca se encuentra en el borde geológico (falla Bética) formado por el Macizo Herciniano de la península Ibérica, concretamente sobre la zona Macizo Hespérico zona Ossa Morena, al norte de la depresión del Valle del Guadalquivir, límite de las alineaciones montañosas subbéticas del sur de España, sobre los cuales se ha desarrollado el cultivo en condiciones de suelos paleozoicos, formados por granitos, cuarcitas, pizarras y doritas.

La zona presenta una importante diversidad edáfica, siendo los suelos predominantes: Regosoles Eútricos, Leptosoles (nomenclatura FAO, 1985), y en menor medida Cambisoles Eútricos y Crómicos, y Luvisoles. Los dos primeros, que pueden ser el patrón edafológico de la zona de la D.O. Montoro-Adamuz se caracterizan morfológicamente por tener una secuencia de horizontes del tipo A-C (en ocasiones se intercala un horizonte intermedio AC) aunque raramente el contacto con el horizonte de alteración de la roca madre se sitúa a más de 30-40 cm de profundidad, por lo que predomina el carácter lítico, especialmente en los Leptosoles. En los casos de los casos de las unidades de Cambisoles y Luvisoles/Acrisoles, la secuencia de horizontes es A-Bw-C y A-Bt-C. En cualquier caso la profundidad útil del suelo no supera 70-80 cm salvo en situaciones de relieve llano. Las propiedades químicas más destacadas del conjunto de estos suelos derivan en gran medida de la naturaleza silíceo de los sustratos litológicos, lo que unido a procesos antiguos y/o relativamente intensos de iluviación, justifican sobradamente los valores de pH comprendidos entre 5 y 6,5 de la mayoría de muestras analizadas por el Dpto. de Química Agrícola y Edafología de la Universidad de Córdoba¹⁹. Ello permite clasificar estos suelos como ácidos ó

ligeramente ácidos. Esto se relaciona con los valores de saturación en bases cambiables que, salvo en contadas ocasiones en que se aproximan al 90% y siempre en el horizonte superficial, muestran valores entre 60-80%, lo que permite extender el carácter eútrico a un elevado conjunto de suelo. No obstante, especialmente en horizontes subsuperficiales, los valores no superan el 50%, por lo que se evidencia el carácter dístrico de alguno de estos suelos.

El Inventario Agronómico del Olivar de la Provincia de Córdoba realizado en 1974, destaca los siguientes suelos sobre los que se asienta el olivar de la zona: Cambisoles Eútricos Dístricos y Regosoles Eutricos: tierras pardas sobre pizarras, tierras pardas sobre granitos, lechín rojo sobre pizarras y calizas cámblicas y suelos rojos sobre areniscas triásicas. La tierras pardas sobre granitos y pizarras tienen carácter ácido, poco profundas, textura gruesa, escasez de materia orgánica y bases cambiables con colores pardos oscuros. El lechín rojo sobre pizarras es un suelo rojizo, con pH ligeramente ácido o neutro con horizonte B de textura limo-arcillosa, buena permeabilidad y horizonte de transición B/C, donde aparece la pizarra meteorizada. Los suelos rojos sobre areniscas del Triás se sitúan próximos a la cuenca del Guadalquivir, engendrados por el basamento del mismo que es el Triás. Son de color pardo-rojizo, con abundantes rocas areniscas, horizonte B muy compacto, pH ácido y pobres en calcio cambiable y materia orgánica²⁰. Estas características junto con una topografía escarpada, hacen de esta comarca que el cultivo del olivar se encuentre en condiciones de cultivo extremas, que provocan un importante estrés en el cultivo, y por tanto un aumento de los contenidos de polifenoles.

Por otro lado, las condiciones estrictas de suelo (poca profundidad de suelo, baja fertilidad y suelos ácidos) se encuentran aún más acentuadas por los altos niveles de evapotranspiración y grado de insolación que tiene la comarca en verano-otoño, época de la formación y maduración del fruto. La comarca presenta uno de los niveles más elevados de ETP de Andalucía (859 mm), superior a la mayor parte de las zonas olivareras con D.O. excepto Campiñas de Jaén que es la mayor de todas (ver gráfica comparativa datos climáticos). Ello acentúa el estrés hídrico del olivar de esta zona. Prueba de ello lo encontramos en el pequeño porte del olivar de la comarca y en la relación más baja de hoja/madera de toda la provincia de Córdoba según datos del Ministerio de Agricultura (1974) reflejados en el Inventario Agronómico del Olivar, Provincia de Córdoba.

Además, las prácticas de recolección tempranas, antes de finales de año, inciden en gran medida al alto

¹⁶ **Russell (1988).**- Russell's soil conditions and plant growth Eleventh Edition. Logman group UK limited, London.1988.

¹⁷ **Davies, R.L. et al. (1964).**- J. Soil Sci., 1964, 15, 310.

¹⁸ **Servilli, M., Montedoro, G.F., Pannelli, G., Famiani, F. (1990).**- Influence of pedoclimatic, technological and genetic factors on the quality of virgin olive oil. Presented at the meeting "Qualitative Problems of Olive Oils. Sasari, Italia, November 6.

¹⁹ **J. Gil et al. (2003).**- Inventario de Suelos de la Provincia de Córdoba. Diputación Provincial de Córdoba, 2003.

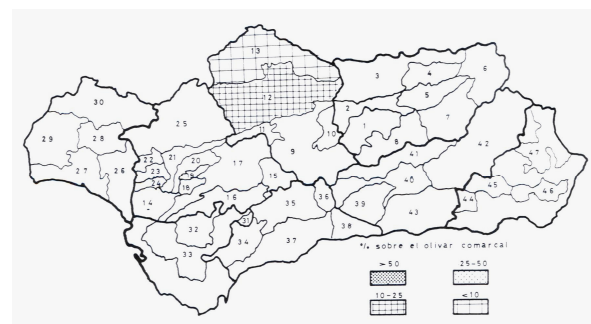
²⁰ **Ministerio de Agricultura (1974).**- Inventario Agronómico del Olivar. I: Provincia de Córdoba.

contenido de polifenoles de los aceites²¹, las cuales están provocadas por las condiciones de grandes pendientes de los suelos que exigen una recogida temprana del fruto antes de su desprendimiento facilitado por las lluvias que se concentran durante el invierno. En este sentido, la zona de la D.O. Montoro-Adamuz se encuentra catalogada como olivar de pendiente. Si comparamos la gráfica de pendientes de los suelos de Andalucía que se muestra a continuación, observamos que la pendiente media de los suelos de la D.O. Montoro-Adamuz se encuentran en 23,25 % comparable con los valores medios de pendiente de las zonas olivareras de mayor pendiente de Andalucía: Sierra Segura (25,76%), Cazorla (27,28%) y Sierra Mágina (26,01 %), todas ellas en contraste con el 10% como media de la pendiente del olivar de las campiñas de Córdoba, Sevilla y Jaén según datos calculados a partir de las bases de datos municipales del SIGA (MARM, 2009).

Todo ello redunda, que junto con la variedad NEVADILLO NEGRO, que aporta mayores niveles en polifenoles frente a la variedad picual como se ha demostrado anteriormente, que los aceites de esta comarca presenten los mayores contenidos en polifenoles respecto a otros aceites producidos en otras zonas, fundamentalmente de Picual, y frente a las cuales se diferencia. Este hecho permite avalar la gran estabilidad química de los aceites de Montoro-Adamuz, característica por la cual históricamente se han reconocido a estos aceites de oliva vírgenes extra de esta comarca.

La variedad Nevadillo Negro es una variedad autóctona de la zona de la D.O. Montoro-Adamuz, comarca de la Sierra de Córdoba, donde tiene su máxima difusión, y es considerada como la 4ª variedad más importante de la provincia de Córdoba después de Hojiblanca, Picual y Picudo, según diversos inventarios de variedades de olivos realizadas en Andalucía^{22, 23}. Se contabiliza una superficie de 10.000 Ha en esta zona, y representa alrededor del 20% de la superficie de olivar de la zona de la D.O.. Es una variedad muy adaptada a las condiciones de estrés hídrico, suelos ácidos y baja profundidad de suelos que presenta la zona. Es de las variedades más antiguas cultivadas, ya que se han catalogado ejemplares de casi

500 años por el Dpto. de Agronomía de la Escuela de Ingenieros Agrónomos de Córdoba.



Mapa.- Distribución de la variedad Nevadillo Negro en Andalucía. Fuente: Las Variedades de Olivo cultivadas en Andalucía (D. Barranco y L. Rallo, 1984). Consejería de Agricultura y Pesca y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

²¹ **Servilli, M., Montedoro, G.F., Pannelli, G., Famiani, F. (1990).**- Influence of pedoclimatic, technological and genetic factors on the quality of virgin olive oil. Presented at the meeting "Qualitative Problems of Olive Oils. Sassari, Italia, November 6.

²² **Ministerio de Agricultura (1974).**- Inventario Agronómico del Olivar. I. Provincia de Córdoba.

²³ **Barranco, D. ; Rallo, L. (1984).**- Las variedades de olivo cultivadas en Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 1984.