



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
URUGUAY

JORNADA DE DIVULGACIÓN

Resultados experimentales en olivo



Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola

Serie Actividades de Difusión N° 754

28 de octubre de 2015

LAS BRUJAS 

The logo for Las Brujas features a stylized, circular emblem containing a leafy branch, positioned to the right of the text 'LAS BRUJAS'.

JORNADA DE DIVULGACIÓN

RESULTADOS EXPERIMENTALES EN OLIVO

CONTENIDO

P1. - Identificación de nuevos genotipos de olivos en Uruguay a partir de marcadores moleculares y morfológicos.

Pereira, J., Bernal, J., Martinelli, L., Villamil, J., Conde, P.

P8. - Comportamiento agronómico de seis cultivares de olivo en el sur y norte de Uruguay.

Conde, P., Villamil, J., Martinelli, L., Bruzzone, J., Ashfield, R., Bianchi, D., Martínez, C., Dávila, J., Zoppolo, R., Villamil, J.

P12. - Cultivares destacados para el sur de Uruguay.

Villamil, J., Martinelli, L., Bruzzone, J., Ashfield, R., Bianchi, D., Martínez, C., Zoppolo, R., Conde, P.

P.17. - Riego deficitario en olivares de la variedad Arbequina en el norte del Uruguay.

Grasso, R., Montoya, F., Davila, J., Conde, P., García, C.

P.22 – Efecto de poda anual vs. Poda bianual en Arbequina y Frantoio.

Martinelli, L., Villamil, J., Bruzzone, J., Ashfield, R., Bianchi, D., Martínez, C., Zoppolo, R., Villamil, J., Conde, P.

P.27 – *Xylella Fastidiosa*: plaga emergente para Uruguay.

Montelongo, M.J., Verdier, E.

P.32 – Validación de escalas de severidad para evaluar el Repilo del olivo. (*Fusicladium oleagineum*).

Bernaschina, Y., Alaniz, S., Leoni, C.

P.38 – ¿Cómo afecta la incidencia de “aceituna jabonosa” (ocasionada por *Colletotrichum* spp.) la calidad del aceite?

Leoni, C., Martínez, C., Villamil, J., Martinelli, L., Montelongo, M.J., Fredes, A., Conde, P., Bruzzone, J.

P. 43 – Ácidos grasos nitados: nuevos indicadores de calidad del aceite de oliva.

Rubbo, H.

P.44 – Estudio de la calidad de aceites de oliva elaborados a partir de variedades cultivadas en Uruguay.

Bruzzone, J., Martínez, C., Villamil, J., Fredes, A., Conde, P.

IDENTIFICACIÓN DE NUEVOS GENOTIPOS DE OLIVOS EN URUGUAY, A PARTIR DE MARCADORES MOLECULARES Y MORFOLÓGICOS.

Pereira, J^{1.}, Bernal, J^{1.}, Martinelli, L^{1.}, Villamil, JJ^{2.} y P. Conde^{2.}

¹Facultad de Agronomía, Av. Gral. Eugenio Garzón 780. CP 12900.

²INIA, Fruticultura Las Brujas. Ruta 48, Km. 10. Canelones. CP. 11700.

Correo electrónico jeepb@fagro.edu.uy

Palabras claves: olivos centenarios, Uruguay, América, marcadores morfológicos, evolución

Introducción

En Uruguay existen cerca de quinientos olivos que datan entre 200 y 350 años, en producción, adaptados a nuestras condiciones edafo-climáticas y factibles de ser multiplicados y convertirlos en variedades comerciales. Dado que el olivo es originario de Europa, resulta evidente preguntarnos ¿Cómo llegó al actual territorio de la República Oriental del Uruguay? Las respuestas están en la existencia de una serie de acontecimientos ligados a llegada de los navegantes procedentes de España, Italia y Portugal y su posterior dispersión por todo el continente americano.

Las especies vegetales que llegaron al nuevo mundo, fueron traídas desde el Puerto de San Lucar de Barrameda, cercano a Sevilla, en la expedición al mando de Gil González De Dávila en 1521, siendo entre otras, garbanzos, habas " (Cuervo, 1894, IV, 94.)

La primera escala de toda la carga fue la Isla Española o Santo Domingo, y luego algunas cosas llegaron directamente al continente." (Cabo, 1891, II, 382;- , 1956, I, 393).

Pero dado que esta especie no crece en clima tropical, por distintas vías fue llevada al norte (México y Estados Unidos) y al sur de América (Perú, Chile, Argentina, Uruguay).

Las mudas, estacas y plantas ya prendidas, llegaron en tinajones y otras vasijas de madera, barro, loza a Perú en 1560, traídos por Antonio de Ribera.(Cabo, 1891, opcit).

Tres de esos árboles sobrevivieron y fueron plantados en Lima, Perú. Más tarde, los árboles procedentes de estos cortes comenzaron a producir frutos de buena calidad. Un relato histórico de Garcilaso de la Vega (1965) de la desaparición misteriosa de uno de esos árboles, luego de ser plantados. Más tarde, a fines del siglo XIV Durante el siglo 16 y más tarde se descubrió en el valle de Azapá (que ahora está en Chile, Arica Parinacota), donde permaneció durante más de tres años. Dadas las excelentes condiciones de crecimiento para oliva en este lugar, que era mucho mejor que los de Lima, y posiblemente debido a que no se poda, el árbol rápidamente comenzó a brotar de sus raíces. Más tarde, debido a la insistencia de Antonio de Ribera para recuperar ese árbol, que fue finalmente regresó a Lima. Sin embargo, los brotes se mantuvieron en el Valle de Azapa y el primer cultivar chileno se originó probablemente hace dos siglos, probablemente debido a la selección de los productores locales de frutos de mayor tamaño y la estabilidad en la producción. Este proceso llevó a la obtención de la variedad Azapa que también se conoce localmente como Sevillana de Azapa (Tapia-Contreras et al. 2012).

Según consta en los anales españoles, la historia del cultivo de los olivos corre paralela a la de la vid; y aunque la variedad *Olea europea* no prosperó en la zona de la Nueva España — México— en el amplio territorio del Perú sí logró afianzarse “En la seca área costera, desprovista totalmente de bosques, la madera de olivo se utilizaba para la construcción y como combustible. (Haring, C.H, 1947).

Dos fechas marcan los antecedentes de la introducción a la Banda Oriental de las primeras plantas de olivos: una alrededor de 1780 con la traída desde Buenos Aires de unas pocas plantas (provenientes de España) cuyo cultivo fue documentado por el Presbítero Pérez Castellanos (1914) Sus notas escritas entre julio de 1813 y febrero de 1814 en su chacra del Miguelete confirmaban el establecimiento de “la segunda partida de 250 plantas que llegaron como estacas en 1810, que brotaron en septiembre en las costas del Miguelete” en el barrio del Prado de Montevideo. En ese tiempo comentaba que las mejores aceitunas que crecieron en esta ubicación pertenecían a un inmigrante vasco, Juan Pedro Aguirre que tenía su establecimiento en la misma zona, al otro lado del arroyo. Daba cuenta que los olivos eran de 25 a 30 años de edad, y la copa de los árboles tenía 5 a 7 m de diámetro. A partir de estas observaciones se puede suponer que estas plantas se introdujeron aproximadamente 1780. Por otro lado, otras hipótesis consideran que los portugueses introdujeron algunas plantas de olivo en los alrededores de Colonia del Sacramento cuando ocuparon las tierras entre 1680 y 1760 (Conde y Villamil, 2012)

En el hemisferio norte los olivares fueron introducidos México en 1524 por misioneros franciscanos y jesuitas. En 1531 Fray Martín de Valencia estableció plantaciones en la zona de Tulyehualco, cerca de la actual Ciudad de México. Posteriormente se establecieron plantaciones en Texcoco, Chalco y más tarde en Jalisco, Baja California y Sonora en el siglo XVII, y más recientemente en Hidalgo (Valle del Mezquital) y Tamaulipas (Perales et al., 2012)

La primera información documentada sobre olivos cultivados localmente en California es de 1803. El director de misiones franciscanas, el Padre Fermín Francisco Lasuen, registró que por primera vez se utiliza un aceite de sus propios árboles para el bautismo en la Misión de San Diego. Esta breve cita da la razón litúrgica como la más importante por la cual los frailes plantaron olivos. También necesitaban el aceite para cocinar, iluminación, jabón y en algunos casos para procesar la lana de sus ovejas (Taylor, 2012).

Vossen (2005), sin embargo señala que entre los primeros colonos europeos en California, estaban los sacerdotes misioneros españoles que trajeron consigo esquejes seleccionadas de la variedad de oliva 'Misión' a través de Baja California, México. Esta variedad 'Misión' probablemente se originó en el Perú como una semilla de una variedad española. Alrededor de 1870, fueron plantadas pequeñas huertas con muchas variedades diferentes procedentes de Europa, para producir aceite, a lo largo de la costa de California, desde San Diego hasta Sonora, y en diversas áreas de la Sierra Nevada.

Todas estas informaciones nos han llevado a realizar un estudio comparativo de los olivos existentes en nuestro país, desde el proceso fundacional de Montevideo, con materiales provenientes de todos los países de América, por donde ha transitado el cultivo desde la llegada de los primeros navegantes a fines del siglo XV y de los sitios de España y Portugal de donde partieron las plantas que llegaron a América (Conde y Villamil, 2012).

Materiales y métodos

Material vegetal. Se colectaron hojas y frutos de 350 plantas de olivo provenientes de 14 sitios situados en diversas zonas del país que se conocían por relevamientos previos (Silveira y López, 2011), y otros sitios detectados últimamente. En cinco de los sitios de colecta se contaba con datos históricos de su época de introducción y la información de procedencia, pero sin información de su característica varietal. Los olivares centenarios de zonas urbanas y sub-urbanas de Montevideo, y 8 restos de antiguas plantaciones, carecían de dicha información. Para obtener perfiles moleculares SSR de referencia se utilizaron muestras de las variedades de los sitios de procedencia de las expediciones, Cordovil, Nevadillo, Manzanilla, Picual, Sevillana, Verdeal, y cuatro variedades Americanas actuales, provenientes del proceso de dispersión y domesticación provenientes de la introducción, Azapá, Misión y Aloreña (Tabla 1).

Caracterización morfológica de hoja

De cada árbol se tomaron 40 hojas adultas caracterizándolas en función de la metodología del Consejo Oleícola Internacional (Barranco et al., 2000).

Descriptores de endocarpo

Se recolectaron 20 frutos por árbol, eliminándose manualmente la pulpa, previo tratamiento (Baccino et al. 2013). Se evaluaron datos de 6 descriptores del endocarpo (Barranco y Rallo, 1984) discriminantes para la identificación de variedades (Barranco et al., 2000):

Extracción del ADN La extracción de ADN genómico se realizó utilizando hojas jóvenes siguiendo el protocolo de Cipriani et al. (2002).

Secuencias cebadores SSR y condiciones de amplificación y migración.

La caracterización molecular del material genético se desarrolló siguiendo las especificaciones de (Baccino et al 2013). El grado de resolución de las electroforesis se cuantificó con marcadores de peso molecular conocidos de 25-700pb con intervalos de 50 y 100 pb), y medidos los fragmentos amplificados se realizó en secuenciador automático de capilares ABI 3130.

Resultados moleculares

Los olivos amplificados con 14 pares de cebadores microsátélites. Se detectaron 97 alelos en los 14 sitios estudio, variando entre uno y 14 para cada uno, con un promedio de siete. Dichos resultados coinciden con la base de datos de la Caracterización de Variedades del Banco de Germplasma de Córdoba-España (Trujillo et al. 2014).

Accesiones	Pais de Origen	DCA-3	DCA-9	DCA-11	DCA-16	DCA-15	DCA-18	UDO-11	UDO-24	UDO-43	UDO-19	GAPU59	GAPU71	GAPU101	GAPU103
S8M2	Uruguay		170/192	134/174	169/177	254/254	168/177	125/131		175/175	129/129	210/220	121/127		159/174
Azapa	Chile	229/241	182/184	130/140	122/147	243/254	172/174	114/131	183/185	175/214	129/129	216/220	121/141	191/197	147/171
Mission	USA	241/243	170/184	140/178	148/154	254/254	174/180	116/134	164/185	175/187	129/129	210/220	124/127	191/205	171/171
Aloreña	Argentina	237/251	160/202	140/160	152/173	243/243	168/172	119/125	185/185	172/212	129/129	206/210	121/141	189/217	133/171
Cordovil	Portugal	234/241	180/204	130/178	148/154	243/243	172/174	114/125	179/185	175/212	129/129	206/210	121/141	183/197	159/171
Manzanilla	España	237/251	192/202	166/178	122/124	243/263	172/176	114/127	164/185	172/216	129/129	206/210	124/141	197/217	133/147
Nevadillo	España	241/251	160/202	160/178	122/124	263/263	166/176	119/125	183/185	172/214	129/129	210/216	118/124	191/217	133/147
Picual	España	243/247	160/198	140/178	124/144	243/254	164/170	119/131	185/185	172/177	129/129	210/210	121/141	191/217	133/155
Sevillano	España	243/247	186/202	140/182	122/124	243/243	166/185	116/127	164/185	169/175	129/129	206/206	124/147	191/199	141/147
Verdeal	Portugal	237/251	160/170	146/178	122/124	243/243	174/176	125/127	185/185	212/212	129/129	210/210	127/141	205/217	133/147

Cuadro 1. Lista de alelos ,microsátélites detectados en los 14 pares de sebadores empleados en las 10 variedades estudiadas de diferentes procedencias.

Resultados morfológicos

En las mismas variedades de olivos se estudiaron las características de hoja y futo y endocarpo, presentándose en el Cuadro 2, los resultados del estudio de los 12 caracteres de Endocarpo que resultan ser los más conservados y no son influenciados por el ambiente y pueden ser comparados los resultados de distintas procedencias. Se detectaron 27 estados en los 11 caracteres, con un promedio de 2,5, por carácter. Estos resultados también fueron corroborados con la Caracterización de Variedades del Banco de Germplasma de Córdoba-España (Trujillo et al. 2014).

Nombre del Cultivar ¹	Área de Cultivo ²	Características Morfológicas de los endocarpos											Código Morfología ¹⁴
		Peso ³	Forma.A ⁴	Simetría.A ⁵	Simetría.B ⁵	Diámetro T.B ⁷	Apice.A ⁸	Base.A ⁹	Rugosidad ¹⁰	Nº surcos ¹¹	Dist. surcos ¹²	Mucrón ¹³	
Azapa	ARG	H	EL	A	S	C	P	T	R	M	R	P	
Mission	USA	H	EP	SA	S	C	P	R	R	M	R	P	61
Cordovil de Serpa	PRT	H	EP	SA	S	A	R	P	R	L	G	P	52
Manzanillo de Cabra	SP	H	EP	SA	S	C	R	P	R	M	R	P	67
Nevadillo de Santisteban Pto.	SP	H	EP	SA	S	C	R	R	R	M	R	P	70
Pical	SP	H	EP	A	S	C	P	R	SC	M	R	A	36
Sevillana	SP	H	EP	S	S	C	R	R	R	L	G	P	79
Verdelho	PRT	M	EP	S	S	C	P	R	S	H	R	P	195
S0	URU	M	EP	S	SA	A	R	R	R	M	R	P	
S4	URU	L	O	S	SA	A	R	R	R	M	R	A	

³Peso: bajo = L (< 0.3 g); medio = M (0.3-0.45 g); alto = H (0.45-0.7 g); muy alto = VH (> 0.7 g).
⁴Forma en Posición A: esférica = S (largo/ancho < 1.4); ovoidal = O (largo/ancho 1.4-1.8); elíptica = EP (largo/ancho 1.8-2.2); elongada = EL (largo/ancho > 2.2).
⁵Simetría en posición A: simétrico = S; ligeramente asimétrico = SA; asimétrico = A.
⁶Simetría en posición B: simétrico = S; ligeramente asimétrico = SA.
⁷Posición del diámetro transversal máximo en posición B: hacia la base = B; central = C; hacia el ápice = A.
⁸Forma del ápice en posición A: apuntado = P; redondeado = R.
⁹Forma de la base en posición A: Apuntada = P; truncada = T; redondeada = R.
¹⁰Rugosidad de la superficie: liso = S; rugoso = R; escabroso = SC.
¹¹Número de surcos en el extremo basal: bajo = L (< 7); medio = M (7-10); alto = H (> 10).
¹²Distribución de surcos en la base del endocarpo: regular = R; agrupados alrededor de la sutura = G.
¹³Presencia de mucrón: presente = P; Ausente = A.
¹⁴Código numérico asignado a los diferentes perfiles morfológicos (1 a 247)

Cuadro 2. Lista de estados detectados, en los once caracteres de endocarpos estudiados en las 10 variedades de olivos de diferentes procedencias.



Figura 1. Fotos de endocarpos detectados en las variedades colectadas en Uruguay comparadas con las variedades comerciales de la zona de donde partieron las primeras plantas a Uruguay. 1. Arbequina. 2. Nuestra M.I. 3. G. Hornos. 4. Emancipación. 5 Picual. 6. Salto M.21. 7.Salto GA. 8 Salto M8. 9. Salto Sev. 10 Coratina.

Discusión y Perspectivas

Del análisis de los resultados moleculares obtenidos a partir de microsatélites surge que las variedades comerciales de donde salieron los viajeros que llegaron a América, presentan formas moleculares diferentes entre sí, y con la particularidad que entre ellas (procedentes de España y Portugal) a pesar de sus diferencias en 13 de los catorce marcadores moleculares

presentan toda uno de sus dos variantes genéticas en cada marcador iguales, pero en la combinación de las dos variantes son diferentes.

Las variedades del nuevo Mundo, Misión, Azapá, Cordovil y dos muestras de Uruguay, presentan e mismo patrón en las variates genéticas, comparten en la mayoría de los casos una de las dos variantes genéticas en cada sitio de estudio, y estas variantes están presentes en las variedades Epañolas y portuguesas.

Esto es un indicador que los materiales que se introdujeron a América procedían de sitios donde todavía los olivos se cruzaban libremente y no se habían recurrido a variedades comerciales que se propagan vegetativamente; en este caso hubieran sido iguales al alguna de las variedades del nuevo mundo. Las variedades del nuevo mundo, resultaron todas diferentes entre sí y diferentes a las del viejo mundo. Las muestras de Uruguay que hemos analizado presentan el mismo esquema de variación molecular, diferente a las variedades del Nuevo Mundo y a las de España y Portugal. En consecuencia proponemos que en nuestro estudio preliminar a nivel molecular de alta precisión hemos confirmado que los olivos que se plantaron en Uruguay y que se encuentran en producción, en condiciones de ser propagados y adaptados edafo climáticamente en nuestras condiciones ecológicas son genéticamente diferentes a todas las variedades descritas hasta el momento en zonas de América y Europa, y según las informaciones del Banco de Germoplasma de Córdoba (España) no se encuentran en su sitio de origen

Esto convierte a los genotipos encontrados en Uruguay como originales, lo que les confiere mayor valor, ya que además de haber resistido el tiempo desde su introducción entre 250 y 350 años, adaptado a las condiciones edafo climáticas del país , se encuentran en producción y además constituyen genotipos (cultivares-variedades) presentes solamente en Uruguay. Esto ha sido observado en algunas variedades Españolas y Amércia por Díez et al. (2014)

Todas estas características detalladas anteriormente, no sólo le confieren un valor histórico y antropológico excepcional, sino que además son capaces de ser propagados vegetativamente y convertirse en materiales de cultivo comercial, con potencialidades de producir un fruto y un aceite exclusivo, propio del país, factible de ser explorado no solamente como un producto distintivo de Uruguay, sino que puede convertirse en un producto fruto de olivos excepcionales y únicos de nuestro país.

Nuestra tarea continúa con la prospección de nuevos sitios, completar la caracterización molecular y morfológicas de todos los materiales encontrados, para su posterior propagación, multiplicación y convertirlos en variedades propias de Uruguay.

Biliografía

Baccino E, Scaltritti, J; Silveira, A. López, S. Gándara, J. y Jorge Pereira. 2013. Evaluacion de los descriptores morfológicos y moleculares de variedades de Olivo e Uruguay. Pg. 9-21. Jornada de Divulgación Programa de Investigación en Producción Frutícola 29 de octubre de 2013 Serie Actividades de Difusión N° 721.

Barranco D., Cimato A., Fiorino P., Rallo L., Touzani A., Castaneda C., Serafin F. and Trujillo I., 2000. World catalogue of olive varieties. Consejo Oleícola Internacional, Madrid.

Cabo, 1891, II, 382 1956, I, 393.

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/historia/puti/puti1.htm>

Cipriani, G.; Marrazzo, M.T.; Marconi, R.; Cimato, A. & Testolin, R. (2002). Microsatellite markers isolated in olive (*Olea europaea* L.) are suitable for individual fingerprinting and reveal polymorphism within ancient cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, Vol.104, pp. 223-228.

Conde, P. y J. Villamil. 2012. Following olive footprints in Uruguay. Libro: Following olive footprints (*Olea europaea* L.) Cultivation and Culture, Folklore and History, Traditions and Uses. v.: 1, p.: 414 – 420. Independent Free Lance Olive Researcher, Grower and Intl. Consultant, AARINENA Olive Network Following Olive Footprints (*Olea europaea* L.) Cultivation and Culture, Folklore and History, Traditions and Uses Mohamed EL-KHOLY Focal Point Cairo, Egypt 440

MCuervo, 1894, IV, p. 270-271.

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/historia/puti/puti1.htm>

Diez CM, Trujillo I, Martínez-Urdioz N, Barranco D, Marfil P, Gaut BS, Rallo L. 2015. Olive domestication and diversification in the Mediterranean Basin. *New Phytol.* Apr;206(1):436-47.

Garcilaso de la Vega, Inca. 1965 *Obras Completas*, Carmelo Sáenz de Santa María (ed.), 4 vols., Atlas, Madrid. 1966 *The Royal Commentaries of the Incas and the General History of Peru*, H.V. Livermore (ed.), traducción Arnold Toynbee, 2 vols., University of Texas Press, Austin. 1985

López Castiglioni, S y A. Silveira Silva. 2001. Estudios de las variedades de *Olea europaea* L. establecidas en Uruguay, con énfasis en su Historia, Caracterización establecidas en Uruguay, con énfasis en su historia, caracterización y diversidad genética a partir de marcadores molecular. Tesis para la obtención de Ingeniero Agrónomo. 208 páginas. <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2011/3828lop.pdf>

Haring C.H. 1947. *The Spanish Empire in America*. Editorial: Oxford Univ. Press, 1947, 1947

Perales C.M.A., J.S. Padilla R., E. González G. y H.R. Reyes P. 2005. Following olive footprints in Mexico. Libro: Following olive footprints (*Olea europaea* L.) Cultivation and Culture, Folklore and History, Traditions and Uses. v.: 1, p.: 246-253. Mohamed EL-KHOLY Focal Point Cairo, Egypt 440

Perez Castellanos. J.M. 1914. Olivos. In: *Observaciones sobre agricultura*. Montevideo, Barreiro y Ramos. pp. 206-225.

Tapia-Contreras, A. I. 2012. Following olive footprints in Chile. Libro: Following olive footprints (*Olea europaea* L.) Cultivation and Culture, Folklore and History, Traditions and Uses. Mohamed EL-KHOLY Focal Point Cairo, Egypt 440.

Taylor. J.M. 2012. Following olive footprints in Mexico. Libro: Following olive footprints (*Olea europaea* L.) Cultivation and Culture, Folklore and History, Traditions and Uses. v.: 1, p.: 421-321, Mohamed EL-KHOLY Focal Point Cairo, Egypt 440.

Trujillo, I., Ojeda, M., Urdioz, N., Potter, N., Barranco, D, Rallo, L., y C. M., Diez. 2014. *Tree Genetics & Genomes*

Vossen, P. (2005). Producing Olive Oil. Olive Production Manual. UC ANR. 3353

- Investigación Financiada por El Consejo Oleícola Internacional, Facultad de Agronomía y Programa de Fruticultura del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE SEIS VARIEDADES DE OLIVO EN EL SUR Y NORTE DE URUGUAY

Paula Conde, Juan José Villamil, Leandro Martinelli, Juliana Bruzzone, Richard Ashfield, David Bianchi, Cecilia Martínez, Jonathan Dávila, Roberto Zoppolo, José Villamil.

Programa Nacional de Investigación Producción Frutícola – INIA

Introducción

En la última década el olivo se ha expandido desde la región mediterránea hacia diversos sitios, como ser Uruguay. Nuestro peculiar clima húmedo, diferente a las zonas de producción tradicionales, plantea la incertidumbre acerca de la sostenibilidad productiva de este cultivo. Es por ello que se pretende evaluar el comportamiento agronómico de las variedades que se han difundido en mayor medida.

Materiales y Métodos

En el año 2002 en INIA Las Brujas (Canelones) se instaló un ensayo de evaluación de las variedades: Arbequina, Barnea, Frantoio, Leccino, Manzanilla y Picual. El diseño estadístico es de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones y tres árboles por parcela. El marco de plantación es de 6m x 4m, resultando en una densidad de plantación de 416 plantas por hectárea.

A su vez en el año 2003 se instaló un ensayo de evaluación de las variedades Arbequina, Picual, Frantoio y Manzanilla en INIA Salto Grande (Salto), con un diseño estadístico de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones y tres árboles por parcela y con un marco de plantación de 6m*5m.

En los diferentes años se ha realizado el seguimiento de los estados fenológicos, determinaciones de Rendimiento anual y rendimiento acumulado (kg/pl), Vigor de los árboles (m³/pl) (Westwood, 1993), Eficiencia productiva (kg acumulados/m³), Índice de alternancia (IA) (Monselise y Goldschmidt, 1982), mediciones de Parámetros del fruto (peso, calibre), y Rendimiento graso (en base seca y base húmeda) y humedad de fruto (Tous *et al.* 1998).

Resultados y Discusión

Fenología

El período de floración tiene una duración aproximadamente de 10 a 15 días, siendo más corto a mayor radiación y temperatura (Figura 1). En el Norte la floración ocurre dos semanas antes respecto al Sur, concentrándose la plena floración en el Norte entre el 10 y 15 de octubre y en el Sur a fines de octubre y principios de noviembre (Gómez del Campo y Rapoport, 2008). El momento de envero (cambio de color de la piel) tiene lugar durante el mes de marzo, con variaciones principalmente debidas a la carga del árbol (Barranco *et al.* 2008).

Rendimiento

En el Sur la entrada en producción fue al quinto año de edad y al octavo se triplicó, habiendo alcanzado la plena producción (Figura 2). La alta cosecha obtenida en el 2010, determinó una merma en la producción en el 2011, explicada por el añerismo que caracteriza al olivo, es decir

que a años de alta producción le siguen años de baja producción (Barranco *et al.* 2008). En el año 2013 no hubo cosecha, explicada por múltiples factores acontecidos en el 2012, como ser: cosecha 2012 abundante y tardía (junio), falta de acumulación de horas de frío, precipitaciones en floración (Conde *et al.* 2013). Esto se tradujo en una marcada alternancia de años productivos de aprox. 40 kg/planta, seguidos de años sin producción.

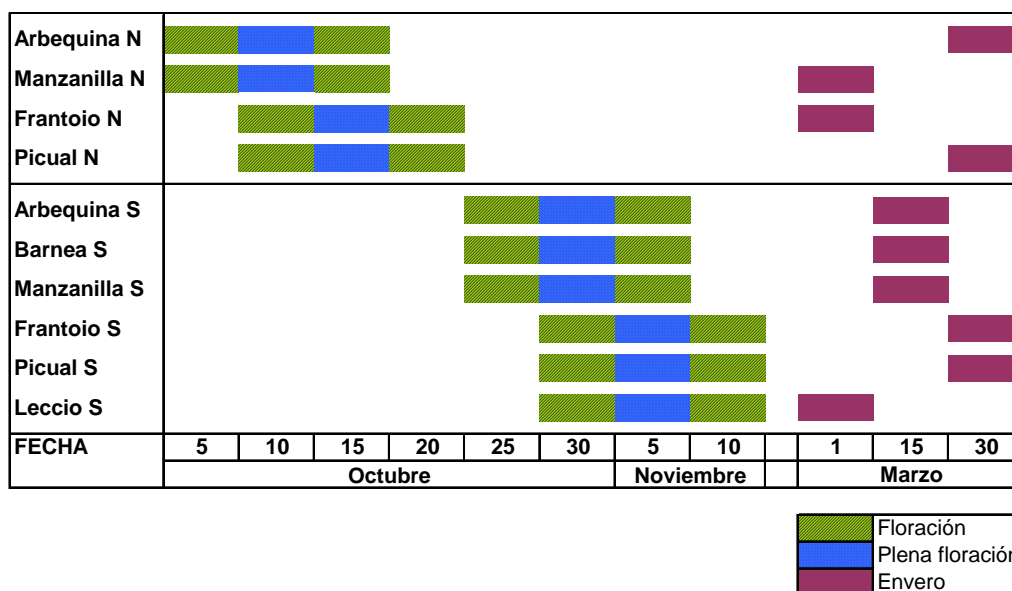


Figura 1. Estadios fenológicos de variedades de olivo en el Norte (N) y Sur (S) del país, promedio de 5 temporadas

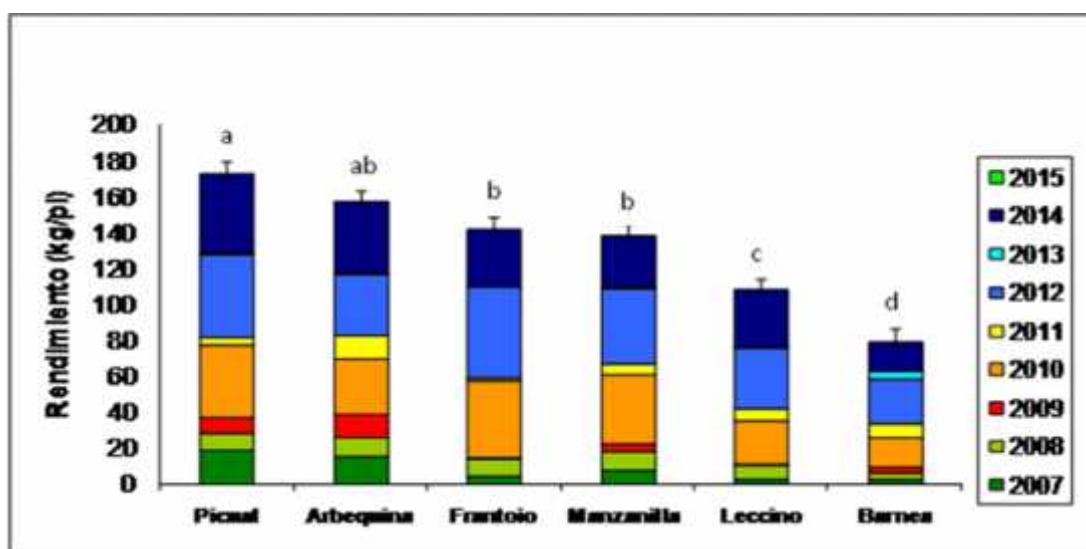


Figura 2. Rendimiento acumulado de seis variedades de olivo en 9 temporadas en el Sur del país.

En el Norte las primeras cosechas se registraron en el 2010, a excepción de Frantoio que entró en producción al año siguiente (Barranco *et al.* 2008). En el año 2012 se registró una elevada producción en la mayoría de las variedades, destacándose la variedad Picual como la más productiva (Figura 3). Se destaca el bajo rendimiento de Frantoio en el Norte del país, quizá debido al alto requerimiento de frío, similar a Leccino (Aybar *et al.* 2015). Picual y Arbequina

fueron las variedades que presentaron mayor rendimiento acumulado tanto en el Sur como en el Norte del país.

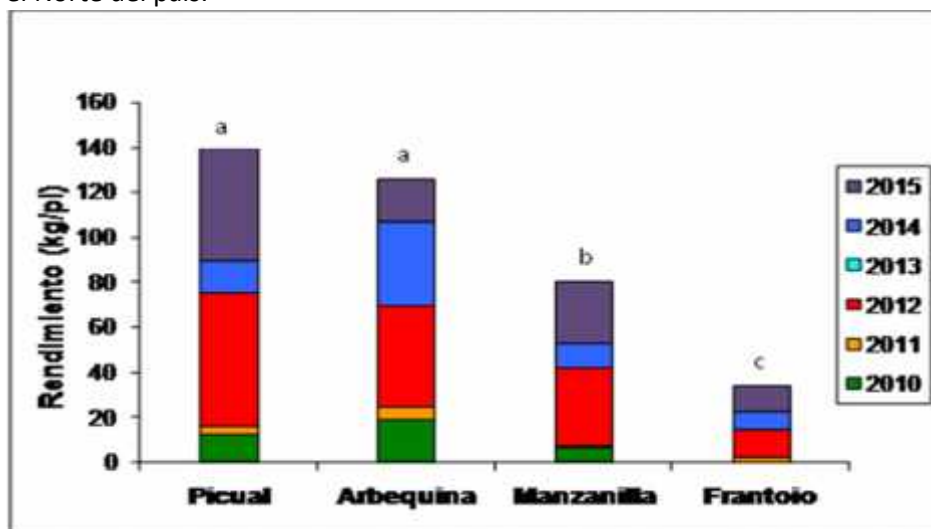


Figura 3. Rendimiento acumulado (kg/pl) de cuatro variedades de olivo en 6 temporadas en el Norte del país.

Parámetros del fruto y rendimiento graso

El peso promedio del fruto fue mayor en Picual con 3,32 g y 5,45 g (Sur y Norte, respectivamente), seguida por Manzanilla y Barnea con peso similar, y por último Frantoio, Arbequina, Leccino con menor peso (Cuadro 1). La relación largo ancho, da una idea de la forma del fruto, se observan diferencias significativas entre las variedades siendo Barnea la que presenta mayor valor.

El menor rendimiento graso se observa en Manzanilla en el sur y Norte del país, seguida de Leccino. Los mayores valores los presenta Frantoio en el Norte, y en el Sur son similares los valores de tenor graso de Frantoio, Picual, Barnea y Arbequina. En todas las variedades se observó un comportamiento alternante, siendo Frantoio la más alternante y Barnea la menos alternante. Las variedades que presentan mayor eficiencia productiva son Picual y Arbequina, tanto en el Norte como en el Sur del país.

Cuadro 1. Peso de fruto, Relación largo/ancho, Relación pulpa/hueso, Rendimiento graso, Índice de alternancia y Eficiencia productiva de variedades de olivo en el Sur y Norte del país.

Variedad	Peso fruto (g)	Rel. Largo/ancho	Rel. Pulpa/hueso	Rto. graso (%BS)	IA	Ef. productiva
Sur						
Picual	3.32 a	1.37 b	5.10 ab	43.25 a	0.89 ab	15.21 a
Manzanilla	2.68 b	1.19 d	5.34 a	27.5 b	0.85 ab	9.09 b
Barnea	2.40 b	1.61 a	4.66 bc	44.2 a	0.61 b	7.89 b
Frantoio	1.90 c	1.25 c	3.89 d	41.5 a	0.97 a	7.25 b
Leccino	1.85 c	1.39 b	3.04 e	34.8 ab	0.77 ab	9.43 b
Arbequina	1.62 c	1.09 e	4.21 cd	44.7 a	0.69 ab	14.36 a
Norte						
Picual	5.45 a	1.29 a	7.27 b	38.7 b	0.90 a	4.00 a
Manzanilla	5.26 b	1.16 b	9.43 a	38.0 b	0.97 a	3.28 ab
Frantoio	2.72 c	1.31 a	4.68 c	49.8 a	0.93 a	0.96 b
Arbequina	1.25 d	1.14 b	3.77 c	42.7 b	0.86 a	5.63 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey 5%)

Conclusiones

Picual y Arbequina son las variedades más productivas tanto en el Sur como en el Norte del país. Frantoio presenta alto rendimiento graso, sin embargo no ha mostrado un buen comportamiento productivo en el Norte del país.

La variedad Barnea no es apta para nuestras condiciones edafoclimáticas debido a la mala capacidad de anclaje, baja productividad y alta susceptibilidad a enfermedades. Manzanilla presenta bajo rendimiento graso, siendo recomendable para aceituna de mesa.

Leccino no es muy productiva debido a su alto requerimiento de horas de frío; se caracteriza por temprana entrada en envero, permitiendo una cosecha anticipada.

Agradecimientos

Un especial agradecimiento a Robert Careac, Alejandro Klisich, Carlos Pereira y Alejandro Fredes por su activa participación en la ejecución de los experimentos y a Rafael Grasso por colaborar en la ejecución de los ensayos en el Norte del país.

Bibliografía

- Aybar, V.E; De Melo-Abreu, J.P.; Searles P.S; Matías A.C.; Del Río, C.; Caballero, J.M; Rousseaux, M.C. 2015. Evaluation of olive flowering at low latitude sites in Argentina using a chilling requirement model. Spanish Journal of Agricultural Research. Vol 13 (1) e09-001, 10 páginas.
- Barranco, D.; Fernández- Escobar, R.; Rallo, L. 2008. El cultivo del olivo. Departamento de Agronomía. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba. Sexta edición.
- Conde, P.; Villamil, J.J.; Arias, M. 2013. Estado de situación olivícola temporada 2012-2013. Revista INIA N° 32, pp: 36-37.
- Gómez del Campo, M; Rapoport, H. 2008. Descripción de la iniciación floral, floración, cuajado, caída de frutos y endurecimiento de hueso. *Olivar, Agricultura*. Pp: 400-406.
- Monselise, S.P.; Goldschmidt, E.E. 1982. Alternate bearing in fruit trees, INC Westport, United States, AVI Publishing Company.
- Rallo, L; Cuevas, J. 2008. Fructificación y producción. En: *El Cultivo del Olivo*. Eds. Barranco, D., Fernández Escobar, R., Rallo, L. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Pp: 127-162.
- Tous, J.; Romero, A.; Plana, J. 1998. Comportamiento agronómico y comercial de cinco variedades de olivo en Tarragona. Depto. de Arboricultura Mediterránea. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* Vol 13 (1-2).
- Villamil, J.J.; Pereira, C.; Klisich, A.; Conde, P. 2011. Evaluación de variedades de olivo en Uruguay. Jornada de divulgación: resultados experimentales en olivos. Serie Actividades de Difusión N° 659.
- Westwood, M.N. 1993. *Temperate-zone pomology, physiology and cultur*. Portland, Oregon. Timber Press Inc.

VARIEDADES DESTACADAS PARA EL SUR DE URUGUAY

Juan José Villamil, Leandro Martinelli, Juliana Bruzzone, Richard Ashfield, David Bianchi, Cecilia Martínez, Roberto Zoppolo, José Villamil, Paula Conde.

Programa Nacional de Investigación Producción Frutícola – INIA

Jardín de Introducción de variedades – INIA Las Brujas

Acompañando la evolución de la olivicultura nacional en el 2005 en INIA, se introdujeron desde el Consorcio para la selección y control del material viverístico de olivo (CO.RI.PRO), Italia, más de 20 variedades de olivo para ser evaluadas. Con el fin de detectar variedades promisorias para la producción de aceite y de aceituna de mesa.

Materiales y Métodos

El jardín de introducción tiene un diseño experimental completo al azar. Las plantas se disponen con un marco de plantación 7m x 5m. Los parámetros determinados fueron fenología, vigor de planta (volumen de copa, m³), rendimiento de aceitunas (kg/planta), eficiencia productiva (kg/m³) (Tous *et al.*, 1998) y rendimiento graso (% de aceite en base seca, por método Soxhlet).

Resultados y Discusión

Fenología

Durante los años de evaluación se han registrado los estadios fenológicos observando que la plena floración ocurre en la primera quincena de noviembre, con alta superposición, con excepción de Tanche y Coratina que florecen más tempranamente, en los últimos días de octubre (Figura 1). El período de floración de Coratina coincide con la floración de Arbequina, siendo una adecuada combinación para su implantación.

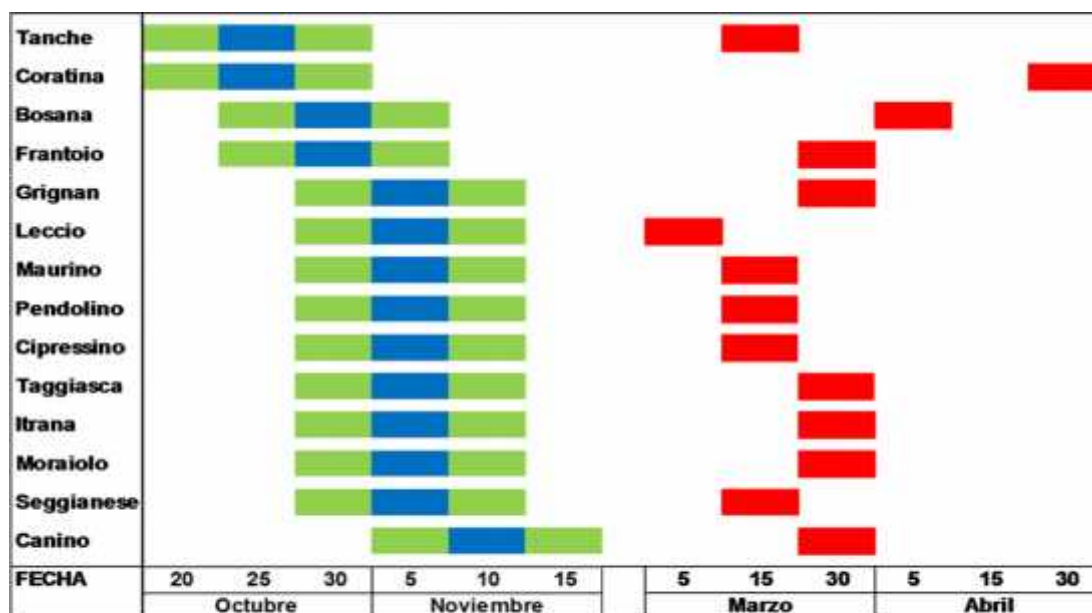


Figura 1. Estadios fenológicos de 14 variedades de olivo en el Sur del país.



En general la floración en las diferentes variedades se extiende durante 10 a 15 días, dependiendo de las condiciones ambientales, como ser temperatura y nubosidad, entre otros factores (Rallo y Cuevas, 2008).

La variedad más temprana en entrar en envero es Leccio, a comienzos de marzo y las más tardías son Bosana y Coratina, si bien pueden existir variaciones ya que la maduración de los frutos está fuertemente ligada a la carga del árbol (Barranco *et al.* 2008).

Rendimiento

Las variedades que presentan mayor cosecha acumulada han sido Pendolino, Leccio, Frantoio, Taggiasca, Coratina y Bosana y la que presenta menor cosecha acumulada fue Seggianese la cual presenta gran desarrollo vegetativo (Figura 1). La variedad Bosana ha sido la más precoz, habiendo entrado en producción a los 3 años de edad de la planta y ha presentado un rendimiento constante a lo largo de las temporadas, a diferencia de lo que se presenta en su país de origen (Italia), en tanto Coratina se muestra como la variedad más alternante (Cuadro 1) (Barranco *et al.*, 2008).

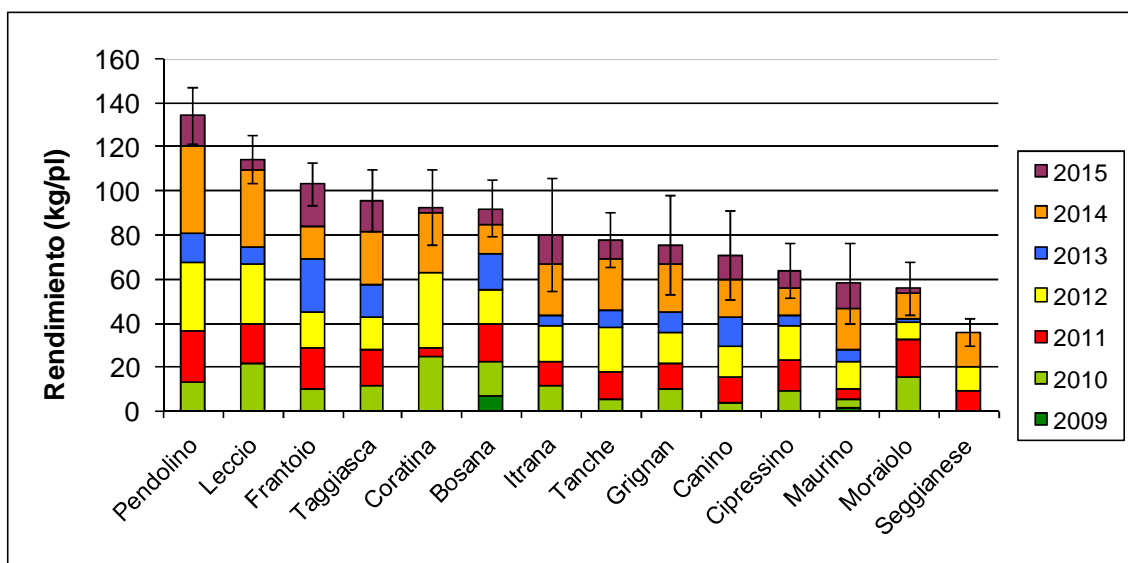


Figura 2. Rendimiento acumulado entre las cosechas 2009-2015 de variedades del Jardín de Introducción de INIA Las Brujas.

Eficiencia productiva

Un parámetro utilizado para evaluar la eficiencia productiva de las diferentes variedades es la cosecha acumulada (kg/planta) en relación al vigor de la planta (volumen de copa m³/planta), lo que refiere a cuanto produce en kg de aceituna en relación a los kg de madera. Se busca que el gasto por parte de la planta se vuelque a producir más fruta que madera. Las variedades con mayor eficiencia productiva son Bosana, Coratina y Grignan, y la que presenta menor eficiencia productiva es Seggianese (Cuadro 1).

Peso de los frutos y Tenor graso

Las variedades Itrana, Grignan y Tanche presentan mayor peso de fruto, mientras que Canino y Frantoio registran los menores pesos. Son variedades que podrían ser apreciadas para la producción de aceituna de mesa, son de porte pequeño y de fácil desprendimiento de fruto. En general el tenor graso de las variedades en estudio es de medio a alto, siendo Grignan y Tanche las que presentan los menores valores (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros de fruto, rendimiento graso, Índice de alternancia y eficiencia productiva de las variedades de la colección de INIA.

Variedad	Peso fruto (g)	Rel. Largo/ancho	Rel. Pulpa/hueso	Rto. graso (%BS)	IA	Ef. productiva (kg/m ³)
Itrana	5.20 a*	1.14 ef	4.75 cd	38.3 abc	0.37	5.82
Grignan	3.98 b	1.14 ef	4.92 cd	34.9 bc	0.18	7.95
Tanche	3.28 c	1.44 a	4.46 cde	34.0 c	0.39	5.18
Seggianese	2.84 cd	1.03 g	6.37 a	44.5 ab	0.77	1.03
Bosana	2.76 cde	1.30 bc	4.95 cd	38.6 abc	0.05	9.94
Cipressino	2.47 def	1.20 def	4.16 def	41.2 abc	0.30	5.62
Pendolino	2.36 defg	1.31 bc	5.79 ab	35.2 bc	0.33	4.82
Moraiolo	2.27 efg	1.14 f	4.73 cd	40.9 abc	0.47	3.19
Leccio	2.18 fg	1.38 ab	3.40 fg	41.1 abc	0.37	6.56
Coratina	2.17 fg	1.40 a	3.14 g	45.3 a	0.88	7.95
Taggiasca	2.13 fg	1.41 a	3.66 efg	41.3 abc	0.12	4.08
Maurino	2.08 fgh	1.23 cde	5.25 bc	42.2 abc	0.36	3.74
Frantoio	1.9 gh	1.25 cd	3.89 efg	44.8 ab	0.23	4.93
Canino	1.54 h	1.24 cd	4.31 de	41.4 abc	0.17	4.02

Variedades aceiteras - características:

Coratina. Variedad vigorosa de rápido crecimiento. Presenta brindillas largas y flexibles, que dificultan su conducción. Es sensible a emplomado. Es precoz en entrada en producción y alternante pero muy productiva en los años de carga y tiene alto rendimiento graso. Su maduración es tardía, en años de mucha carga la fruta permanece de color verde. Dificultad media para cosechar con peine eléctrico. Destaca la alta calidad de su aceite, picante y amargo, normalmente es utilizada para mezclar con variedades no tan intensas.

Bosana. Planta de pequeño porte, poco vigorosa, de hábito globoso abierto, ramas jóvenes flexibles. Algo sensible a emplomado, con tendencia a defoliación en las partes baja de la planta. Presenta buena sanidad de fruta. La poca coloración de la fruta puede confundir su punto de maduración. Fácil de cosechar con peine eléctrico. Precoz y productiva, constante en el tiempo.

Pendolino. Planta de hábito pendular muy frondosa, requiere la precaución de no abrir demasiados sus ramas principales en la poda de formación, para evitar dejar la madera expuesta al quemado por sol. Presenta buen comportamiento sanitario de hoja y muy buena sanidad de fruta. Es muy productiva a través de los años y su maduración es pareja, con dificultad media de cosecha con peine eléctrico. Es muy utilizada como polinizadora y su aceite es de alta calidad.

Taggiasca. Variedad de gran vigor y muy frondosa, similar a Frantoio. Presenta brindillas largas de hábito pendular. Buena sanidad tanto de hoja como de fruta. De elevada productividad y rendimiento graso. La maduración es algo tardía. De fácil cosecha con peine eléctrico. Su aceite es de alta calidad.

Variedades que presentan dificultades:

Canino. Variedad de gran porte, de hábito erecto. Destaca por su buena sanidad de fruta, aunque es sensible a emplomado. Es una variedad poco productiva, de maduración pareja. Los frutos son pequeños y con gran resistencia a desprendimiento, que dificulta su cosecha con peine eléctrico.

Leccio. Variedad vigorosa. De leve sensibilidad a emplomado. Su productividad es media a baja y su maduración temprana y homogénea. Es de fácil desprendimiento de fruto. Presenta alto requerimiento de horas de frío, lo cual podría explicar su productividad.

Cipressino. Variedad vigorosa de hábito erecto, piramidal. Tiene problemas de desfoliación por emplomado y aparentes deficiencias nutricionales. La fruta se ablanda y es propensa a caerse. Maduración temprana, se debe cosechar al inicio de enero. Fácil de cosechar. Baja productividad. Aceite con aroma extraño y poco común.

Maurino. Variedad frondosa de vigor medio con brindillas pendulares. Presenta buena sanidad de hoja y de fruta todos los años. Se caracteriza por su fácil desprendimiento de fruto. Su productividad es de media a baja y su maduración es tardía.

Seggianese. Variedad demasiado vigorosa y de baja productividad.

Moraiole. Ha presentado dificultades respecto a la sanidad de hojas y frutos. Y la productividad ha sido baja.

Variedades promisorias para continuar evaluando:

Picholine. Variedad muy vigorosa similar a Frantoio. Algo sensible a emplomado pero destaca la sanidad de sus frutos. La maduración es prolongada y tardía. Buena productividad en los años que carga.

Koroneiki. Variedad poco vigorosa de hábito erecto. De fácil poda y conducción. Presenta buena sanidad de hoja y muy buena sanidad de fruta. Es precoz en entrar en producción y de maduración tardía y en los años de mucha carga la fruta queda de color verde amarillenta.

Arbosana. Variedad de poco vigor de hábito globoso, su copa es cerrada y presenta fácil conducción. Es muy precoz en entrar en producción. Tiene sensibilidad leve a emplomado y es algo sensible a aceituna jabonosa. La fruta tiene baja resistencia al desprendimiento y tiende a caerse cuando avanza la madurez.

Variedades de mesa:

Dentro de las variedades en estudio hay algunas que presentan adecuado comportamiento para la producción de aceituna de mesa. Las que se han destacado hasta el momento han sido Arauco con buena productividad aunque alternante, Ascolana con frutos de gran tamaño, aunque de piel sensible a golpes, Itrana, Grignan y Tanche. Por otro lado Changlot Real es una variedad cuyos frutos presentan gran tamaño pero es muy sensible a aceituna jabonosa.

Bibliografía

- Barranco, D.; Fernández- Escobar, R.; Rallo, L. 2008. El cultivo del olivo. Departamento de Agronomía. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba. Sexta edición.
- Conde, P.; Villamil, J.J.; Villamil, J. 2010. Evaluación de variedades de olivo en Uruguay. Jornada de divulgación: resultados experimentales en olivos. Serie Actividades de Difusión N° 626. pp.1-10.
- Rallo, L; Cuevas, J. 2008. Fructificación y producción. En: El Cultivo del Olivo. Eds. Barranco, D., Fernández Escobar, R., Rallo, L. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Pp: 127-162.
- Tous, J.; Romero, A.; Plana, J. 1998. Comportamiento agronómico y comercial de cinco variedades de olivo en Tarragona. Depto. de Arboricultura Mediterránea. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA). Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol 13 (1-2).

RIEGO DEFICITARIO EN OLIVARES DE LA VARIEDAD ARBEQUINA EN EL NORTE DEL URUGUAY

Rafael Grasso, Francisco Montoya, Jonathan Davila, Paula Conde, Claudio Garcia.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA, Uruguay.

rgrasso@inia.org.uy, fmontoya@inia.org.uy, jdavila@inia.org.uy, pconde@inia.org.uy
cgarcia@inia.org.uy.

Objetivo

Verificar en campo las estrategias de riego deficitario controlado para un olivar de la variedad Arbequina en las condiciones edafoclimáticas del norte del Uruguay.

Introducción

Se entiende por riego deficitario al riego que permite que la cantidad de agua en el suelo permanezca por debajo del déficit permisible, por lo menos durante un periodo de tiempo. El riego deficitario en muchos casos obtiene resultados productivos mucho más cercanos al riego para máxima producción que al secano. En caso de alto costo o baja disponibilidad del agua de riego, este sistema permite un ahorro considerable de agua y energía. (Testi, L 2010).

Un factor fundamental a la hora de planificar estrategias de riego es la pluviometría de la zona de producción. Las condiciones agroclimáticas del Uruguay son de clima templado-húmedo. Para la zona norte del país departamento de Salto, las precipitaciones anuales giran en el entorno de 1400 mm en régimen isohigro con alta variabilidad mensual. Los suelos donde se encuentra la olivicultura en esta zona son de tipo franco arenosos poco profundos, con horizontes A de 30 a 40 cm.

La combinación del régimen pluviométrico y los suelos de esta región pueden provocar tanto exceso como déficit de agua en momentos críticos para el desarrollo del olivo como son la floración y desarrollo del fruto.

Aunque el olivar es un cultivo tradicional de secano, su respuesta al riego es espectacular, siendo uno de los cultivos que proporciona una gran rentabilidad social y económica por cada metro cúbico de agua empleado (P. Muñoz-Cobo Año).

Diferentes autores han concluido que la cantidad de aceite aumenta en respuesta al riego, además de afectar la composición y calidad del mismo (Salas y col., 1997; Girona, 2001; Berenguer y col., 2001, d'Andria y Morelli, 2002; Gucci y col, 2004, Hidalgo y col, año).

De esta manera se pretende verificar a nivel de campo estrategias de riego deficitario controlado en la variedad arbequina con destino a almazara en las condiciones del norte del Uruguay.

Materiales y Métodos

Se instaló un ensayo de riego deficitario en un monte de la variedad Arbequina plantado a 6 x 4, de 4 años de edad perteneciente a la empresa Olivares Salteños S.A. ubicada en la ruta 3 Km 498, departamento de Salto.

La estrategia de riego que se pretende evaluar es el riego deficitario controlado en el momento de menor sensibilidad del cultivo dentro de la etapa reproductiva, que va desde el inicio del endurecimiento de carozo hasta el envero.

Se definieron tres tratamientos de riego, un tratamiento en secano, un tratamiento del 50% de reducción de los requerimientos de la ETm, y el último tratamiento que cubre el 100% de la ETm.

El diseño estadístico fue en bloques completos al azar con tres repeticiones por tratamiento, cada parcela experimental está compuesta por 8 árboles.

Descripción del sistema de riego:

Sistema de riego por gotero autocompensados marca Netafim, con tuberías de 16 mm y 1 mm de pared, con espaciado de 0.60 entre emisores con caudal de 2.3 litros hora. El sistema de riego fue sometido a evaluación de uniformidad de emisión y caudal medio.

Mediciones de suelo

A partir de muestras imperturbadas de suelo y utilizado una olla de tipo Richards se calcularon los puntos de capacidad de campo (CC) y marchitez permanente (PMP). La diferencia entre ambos puntos nos da el agua disponible del suelo en cuestión. Además se determinó la profundidad efectiva del sistema radicular.

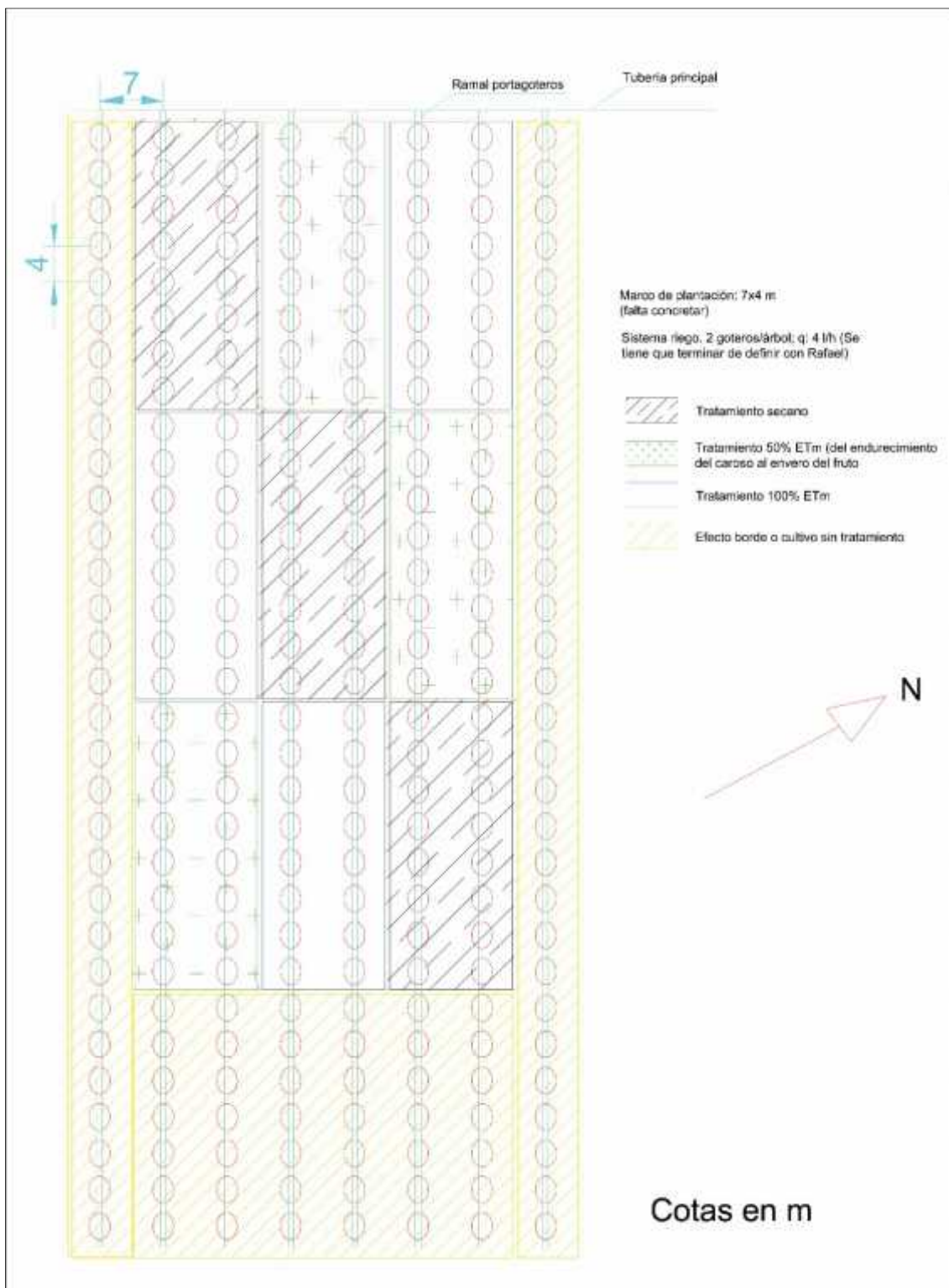
Para medir directamente la humedad del suelo se instalaron sensores de humedad tipo FDR a distintas profundidades (10, 20, 30, y 40 cm) con el objetivo de hacer un seguimiento de la humedad del suelo en los tratamientos del 100% y del secano. Puesto que cada registrador cuentan con cinco sensores se instalaron 3 a 10 cm, 20 cm y 30 cm en las proximidades del tronco del árbol y los otros dos a 15 y 40 cm próximos a un gotero del ramal.

Para registrar el agua aplicada con los riegos se instalaron contadores en la cabecera de goteros, en total fueron 6 contadores distribuidos en los tratamientos del 100% y 50%. Puesto que tenemos 3 repeticiones de cada tratamiento de riego con dos líneas de plantación.

Determinación de las necesidades de riego

Programación de riegos de acuerdo a la metodología de FAO56. El coeficiente de cultivo utilizado se basa en las determinaciones realizadas por otros investigadores (poner referencias de otros trabajos). El tratamiento del 100% es para todo el ciclo, mientras que el tratamiento del 50% hace referencia a la reducción hídrica al 50% durante la etapa fenológica del cultivo entre endurecimiento del hueso y el inicio del envero. Hay que aprovechar al máximo el contenido de agua en el suelo y sobre todo al final de campaña (antes de la cosecha) que es cuando se pueden reducir los aportes hídricos para evitar un exceso de agua en la aceituna.

Esquema general del ensayo



Mediciones a nivel de planta

Potencial Hídrico de hojas o tallo

Las medidas de potencial hídrico se efectúan mediante la cámara de Scholander al medio día solar, con una frecuencia de 15 días. Para efectuar la medida se toman 4 hojas de la parte media del árbol en los cuatro puntos cardinales. Dentro de la rama se seleccionan las hojas situadas en la parte media, evitando las hojas apicales.

Otra modalidad de medida a aplicar en los siguientes años del ensayo es registrar la evolución del potencial hídrico del olivo en los diferentes tratamientos a lo largo del todo el día (englobando desde el amanecer, pasando por el medio día, hasta atardecer). La frecuencia de estas mediciones es menos intensiva, las mismas son efectuadas a nivel mensual.

Evolución del fruto

Se muestrean 2 frutos por árbol, en cada uno de los árboles. Los frutos son embolsados lo más rápido posible donde son trasladados al laboratorio donde se proceden a las mediciones de diámetro de cada uno de los frutos, peso fresco medio de cada una de las parcelas (para esto se agrupan todos los frutos de una parcela elemental en una bandeja y se cuentan y se pesan todos a la vez) y finalmente peso seco medio del fruto (estos frutos se parten en trozos y utilizando una bandeja por parcela elemental, se introducen en un horno a 65°C hasta peso constante, luego se sacan del horno y se procede a la pesada). Con los datos de peso seco y peso fresco se determina el porcentaje de materia seca de los frutos. Estas determinaciones se realizan de manera semanal.

Cosecha en el momento de la cosecha se determina el peso de la cosecha por el árbol base. Se toma una muestra de 100 aceitunas por árbol para determinar el peso seco y fresco de la aceituna cosechada, el peso del hueso y el porcentaje de pulpa.

Con respecto a la calidad del aceite se toman muestras de 300 aceitunas de cada parcela elemental, en el laboratorio, se extrae el aceite y se determinan los parámetros de calidad.

Consideraciones

Para obtener resultados consistentes la duración del experimento debe de ser al menos de 4 años.

La dificultad que se nos presenta en estos casos es la gran variabilidad en la distribución de las precipitaciones entre años.

Bibliografía

M. Muñoz, J. Hidalgo Moya, J. Hidalgo Moya, V. Vega Macías. Riego de olivar con cantidades deficitarias de agua.

Hidalgo, Javier; Vega, Victorino; Hidalgo, Juan Carlos. Influencia del riego sobre la calidad del aceite.

L. Testi, F. Orgaz. Efecto de la práctica del riego en el olivar. Sostenibilidad de la producción del olivar en Andalucía.

EFFECTO DE PODA ANUAL VS PODA BIANUAL EN ARBEQUINA Y FRANTOIO

Leandro Martinelli, Juan José Villamil, Juliana Bruzzone, Richard Ashfield, David Bianchi, Cecilia Martínez, Roberto Zoppolo, José Villamil, Paula Conde

Programa Nacional de Investigación Producción Frutícola – INIA

Introducción

Dado que la poda representa al menos el 15% del costo productivo total, se planteó la hipótesis de que la poda bianual podría ser una buena estrategia en reducir los costos pero se debía determinar que ello no tuviese repercusiones negativas en el rendimiento.

El objetivo fue evaluar el efecto de tres intensidades de poda sobre la entrada en producción y el rendimiento en las variedades Frantoio y Arbequina. Estas dos variedades difieren en el hábito de crecimiento y vigor, así como en el momento de entrada en producción.

Materiales y Métodos

El ensayo fue instalado en el 2006 en INIA Las Brujas. Las plantas se condujeron con un solo tronco hasta un metro de altura y en forma de vaso, con tres o cuatro ramas principales. El marco de plantación es de 6m*4m. Los tratamientos aplicados son: Poda anual suave (A), Poda anual severa (B) y Poda bianual severa (C). El Diseño experimental es de Bloques Completos al Azar, con 3 tratamientos, 4 repeticiones y 2 plantas por parcela.

Las variables analizadas han sido: Momento en entrada en producción; Rendimiento (kg/pl), Rendimiento acumulado (kg/pl); Rendimiento graso (%BS y %BH); Vigor (sección tronco y volumen de copa); Parámetros agronómicos del fruto y Productividad (sección tronco/rendimiento acumulado).

Resultados y discusión

La variedad Arbequina entró en producción en la temporada 2009/2010, sin diferencias significativas entre tratamientos, mientras que Frantoio entró en producción en la siguiente temporada coincidente con los reportes de Pastor Muñoz-Cobo y Humanes Guillén (2006) de ser una variedad tardía que normalmente entra en producción al cuarto o quinto año.

En la variedad Arbequina, el tratamiento A presenta mayor rendimiento acumulado (significativamente) que el tratamiento B y C (Fig. 1). A pesar de que en Frantoio no hubo diferencias significativas en el rendimiento acumulado, se aprecia una tendencia de que el tratamiento A es mayor que B y C (Fig. 2).

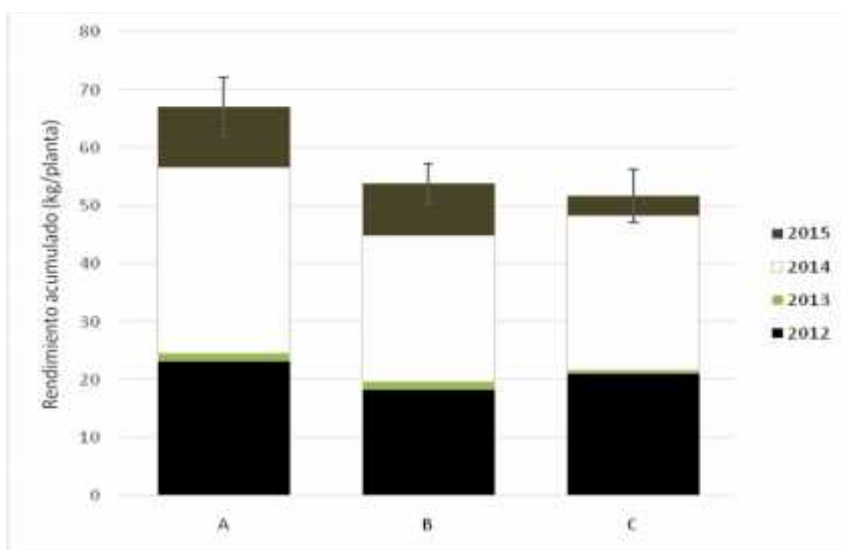


Figura 1. Rendimiento anual y acumulado de Arbequina en 4 temporadas, según tratamientos de poda.

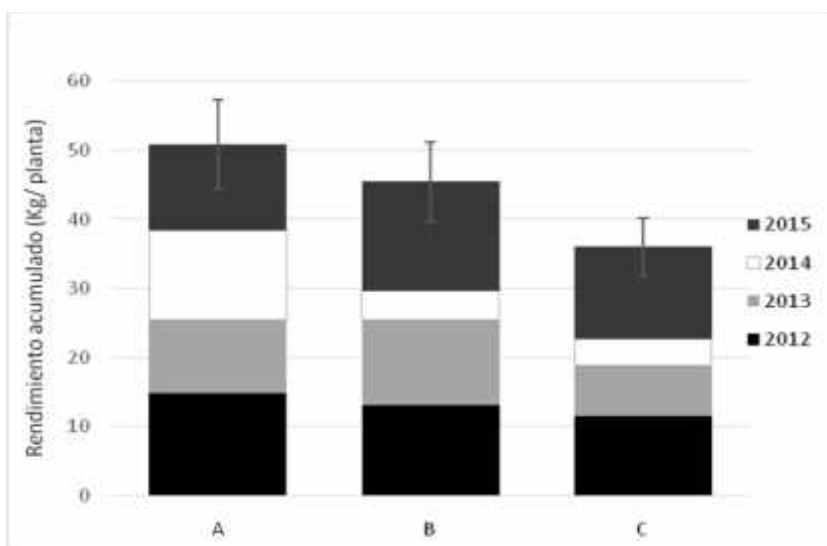


Figura 2. Rendimiento anual y acumulado de Frantoio en 4 temporadas, según tratamientos de poda.

No hay diferencias significativas en sección de tronco por variedad por tratamiento (gráfico de líneas), aunque se observa una tendencia en Arbequina de que el tratamiento A fue mayor a B y C. Se observa la diferencia de vigor entre ambas variedades, siendo mayor la sección de tronco de Frantoio respecto de Arbequina (Fig. 3). Los tratamientos no se han diferenciado en volumen de copa, ya que principalmente se quitan ramas internas del árbol. La productividad (kg/sección de tronco) no ha presentado diferencias significativas (Cuadro 1).

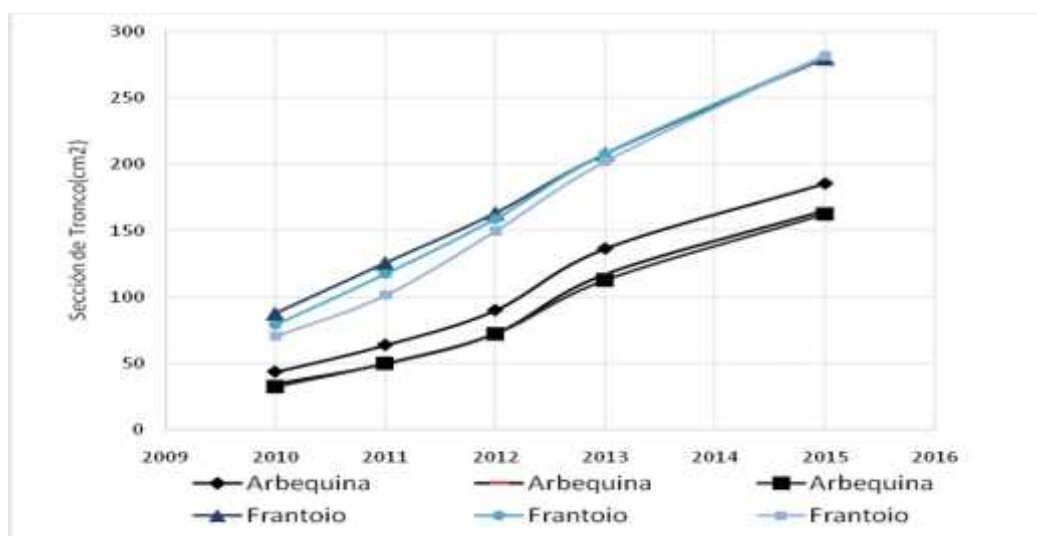


Figura 3. Evolución de la sección de tronco, desde 2009 al 2015, en Frantoio y Arbequina

Cuadro 1. Sección de tronco, rendimiento acumulado y Productividad de Arbequina y Frantoio

	Sección de tronco (cm ²)	Rend. acumulado (kg/pl)	Productividad (kg/cm ²)
Arbequina			
A	185,94 ns	67,02 a	0,36 ns
B	166,04 ns	53,89 b	0,33 ns
C	163,01 ns	51,75 b	0,32 ns
Frantoio			
A	282,13 ns	50,92 ns	0,18 ns
B	283,25 ns	45,46 ns	0,17 ns
C	282,96 ns	36,04 ns	0,13 ns

Las plantas del tratamiento A, podadas todos los años, tienen pocas ramas para sacar y generan menos chupones porque las podas no son demasiado vigorosas. Mientras que las plantas del tratamiento B generan muchos chupones por podas demasiado severas. Aunque en algunas ocasiones, dado que los árboles ya están formados, no hay mucha madera para sacar, por lo tanto la poda es similar al tratamiento A. Las plantas del tratamiento C en general tienen muchos chupones y al principio se sacan ramas importantes, pero luego de unos años la planta está formada y principalmente se sacan chupones para iluminar el centro del árbol.

Los parámetros de fruto han presentado ciertas diferencias aunque no siendo consistentes en las temporadas evaluadas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros de fruto de Arbequina y Frantoio en las temporadas 2014 y 2015

	PARAMETROS DEL FRUTO					
	Peso Fr (g)		Rel. Largo/ancho		Rel. Pulpa/Hueso	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Arbequina						
A	1,90 a	2,18 b	1,08ns	1,02 a	5,04 a	5,11 a
B	2,28 b	1,05 a	1,07ns	2,33 b	5,51 ab	5,60 b
C	2,34 b	2,05 b	1,07ns	1,04 a	5,80 b	5,49 ab
Frantoio						
A	2,90 a	2,52 ab	1,29 a	1,40ns	4,93ns	3,82ns
B	3,00 a	2,33 a	1,35 b	1,39ns	4,85ns	3,74ns
C	4,06 b	2,96 b	1,42 c	1,39ns	5,07ns	4,26ns

No hubo diferencias en el contenido graso en base seca, a excepción del año 2014 en Frantoio. Solo se encontró diferencias en tenor graso en base húmeda para el 2015, siendo significativamente mayor el tratamiento A (cuadro 3).

Cuadro 3. Tenor graso en base seca y base húmeda de 4 temporadas para Arbequina y Frantoio

	Tenor graso base seca (%)				Tenor graso base húmeda (%)			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Arbequina								
A	32,2ns	43,2ns	46,9ns	49,4ns	13,7ns	17,3ns	20,3ns	21,5 a
B	32,6ns	40,9ns	47,9ns	50,2ns	13,7ns	16,1ns	21,6ns	20,5 ab
C	29,2ns	43,2ns	49,3ns	48,6ns	12,8ns	17,7ns	20,1ns	19,6 b
Frantoio								
A	36,8ns	47,6ns	50,8 a	46,6ns	16,8ns	22,4ns	25,3ns	23,0 a
B	37,5ns	39,8ns	45,6 ab	43,0ns	17,0ns	18,8ns	23,6ns	20,0 c
C	36,5ns	47,0ns	40,6 b	44,9ns	16,5ns	24,0ns	22,6ns	21,8 b

La poda anual suave (A) requiere de menor tiempo de mano de obra, ya que los cortes son simples en general, a diferencia de la poda bianual (C) donde hay que corregir ramas mal ubicadas o en altura, demorándose más del doble de tiempo. El volumen de poda es mayor que el tratamiento A y B, ya que las ramas a cortar tienen dos años de crecimiento.

Conclusiones

La poda anual suave presenta mayor rendimiento acumulado (kg/pl) en la variedad Arbequina, en tanto el tenor graso no presentó diferencias significativas. Se concluye que la decisión de podar anualmente o cada dos años estará sujeta a la capacidad operativa de cada establecimiento y no tanto a su efecto en el rendimiento.

Tener en consideración que la poda anual suave requiere menor tiempo por planta pero se podan todos los árboles, mientras que la poda bianual se demora el doble del tiempo por planta y se podan la mitad de las plantas.

A su vez con la poda anual suave se extrae menos madera y se hace más simple la eliminación de restos de poda.

Es importante tener en cuenta que de optar por la poda bianual, se recomienda realizarla en los años que se espera alta floración.

Agradecimientos

Un especial agradecimiento a Danilo Cabrera y Pablo Rodríguez por sus continuos aportes en la conducción de los ensayos; a Robert Careac, Alejandro Klisich y Alejandro Fredes por su activa participación en la ejecución de los experimentos.

Bibliografía

- Barranco, D.; Fernández- Escobar, R.; Rallo, L. 2008. El cultivo del olivo. Departamento de Agronomía. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba. Sexta edición.
- Cantini, C.; Cabrera, D.; Villamil, J.; Conde, P. 2013. Poda. En: Grompone, M.A.; Villamil, J. (coord.). Aceites de oliva: de la planta al consumidor. Vol.1. Montevideo : INIA; Hemisferio Sur. p.123-140
- Conde, P.; Villamil, J.J.; Villamil, J. 2010. Evaluación de variedades de olivo en Uruguay. Jornada de divulgación: resultados experimentales en olivos. Serie Actividades de Difusión N° 626. pp.1-10.
- Pastor Muñoz-Cobo, M.; Humanes Guillén, J. 2006. Poda del olivo – moderna olivicultura. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Tous, J.; Romero, A.; Plana, J. 1998. Comportamiento agronómico y comercial de cinco variedades de olivo en Tarragona. Depto. de Arboricultura Mediterránea. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol 13 (1-2).
- Villamil, J.J.; Pereira, C.; Klisich, A.; Conde, P. 2011. Evaluación de variedades de olivo en Uruguay. Jornada de divulgación: resultados experimentales en olivos. Serie Actividades de Difusión N° 659.

XYLELLA FASTIDIOSA: PLAGA EMERGENTE PARA URUGUAY

Ing. Agr. (MSc.) María José Montelongo; Ing. Agr. Enrique Verdier
MGAP, DGSA, Departamento de Cuarentena Vegetal
Millán 4703, Montevideo, Uruguay, CP: 12900
mmontelongo@mgap.gub.uy

Introducción

Xylella fastidiosa (Wells *et al.*, 1987) es una bacteria parásito obligado, con un amplio rango de hospedantes, puede afectar a más de 200 especies de plantas y en varios de ellas puede estar sin que presenten síntomas (EPPO, 2015; CAB International, 2015).

Plaga emergente es una nueva plaga o plaga ya descrita, presente o no en el área en peligro, cuya incidencia y/o distribución geográfica está aumentando significativamente, pudiendo causar impactos económicos, sociales y/o ambientales inaceptables en dicha área.

Xylella fastidiosa es una Plaga Cuarentenaria Ausente (PCA) para Uruguay y califica como plaga emergente para nuestro país.

Hospedantes

Xylella fastidiosa es una bacteria muy polífaga. Entre los hospedantes de importancia económica se encuentran la vid (*Vitis vinifera*, *V. labrusca*, *V. riparia*), cítricos (*Citrus* spp., *Fortunella*), almendro (*Prunus dulcis*), duraznero (*P. persica*) y café (*Coffea* spp.).

También se ha detectado en otros cultivos frutales (por ej. *Pyrus pyrifolia*, *Persea americana*, *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium virgatum*, *Prunus salicina*, *Carya illinoensis*, *Prunus domestica*) y árboles ornamentales (por ej. *Platanus occidentalis*, *Ulmus americana*, *Liquidambar styraciflua*, *Quercus* spp., *Acer rubrum*). Además se ha detectado en alfalfa (*Medicago sativa*), plantas silvestres y malezas.

El olivo rara vez ha sido mencionado como una planta hospedante.

Clasificación y morfología

Xylella fastidiosa es una bacteria Gram-negativa, limitada al xilema, con paredes celulares onduladas en forma de bastón y con una temperatura óptima de crecimiento entre 26 y 28 °C. Es estrictamente aeróbica, no flagelada, no forma esporas y mide 0,1-0,5 x 1-5 micras. Fimbrias (pilis) unidas a los extremos polares de la célula, se pueden observar con microscopía electrónica (Feil *et al.*, 2003) probablemente su función es de fijación bacteriana (pili tipo I) y movimiento (pili tipo IV) (Meng *et al.*, 2005).

Dentro de la especie *Xylella fastidiosa*, existen diferentes cepas. Para determinar la relación entre las cepas se realizaron estudios de parentesco y secuenciado del espacio intergénico de

la región ribosomal 16S-23S (ITS), proponiendo la siguiente clasificación taxonómica (Schaad *et al.*, 2004):

- Taxón A: *Xylella fastidiosa* subsp. *fastidiosa*
Incluye cepas de *Acer*, *Medicago sativa*, *Prunus* (almendro) y *Vitis vinifera*.
- Taxón B: *Xylella fastidiosa* subsp. *multiplex*
Incluye cepas de *Acer*, *Ficus*, *Prunus* (almendro, ciruelo, duraznero), *Platanus* y *Ulmus*.
- Taxón C: *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*
Incluye cepas de *Citrus*, *Coffea* y *Olea europea*.

Janse y Obradovic, (2010), determinaron dos nuevas subespecies para ésta bacteria:

- *Xylella fastidiosa* subsp. *sandyi*
Incluye cepas de *Nerium oleander*.
- *Xylella fastidiosa* subsp. *tashke*
Incluye cepas de *Chitalpa tashkentensis*.

Distribución

Está presente en África (Marruecos), América Central y el Caribe (Costa Rica), América del Norte (Canadá, Estados Unidos, México), América del Sur (Argentina, Brasil, Paraguay, Venezuela), Asia (Irán, Taiwán) y Europa (Francia, Italia) (CAB International, 2015; EPPO, 2015).

En la región de la EPPO, *Xylella fastidiosa* se registró por primera vez en 2013 en Italia, donde está causando graves daños a los olivares. Se la ha encontrado en plantas con síntomas y asociada con hongos pertenecientes a los géneros *Phaeoacremonium* y *Phaemoniella*, y al lepidoptero *Zeuzera pyrina*, llamando a la enfermedad “complesso del disseccamento rapido dell'olivo”. Todavía no se tiene certeza de los vectores que la diseminan.

En octubre de 2014 fue detectada en Argentina, en plantas de olivo de la variedad Arauco, en La Rioja y Córdoba.

Biología

Xylella fastidiosa prolifera sólo en los vasos del xilema, distribuyéndose en todos los órganos de la planta. Los vasos se bloquean no sólo por la multiplicación bacteriana, sino también por sustancias secretadas por la planta (Goodwin *et al.*, 1988).

Es transmitida por insectos vectores, los que adquieren la bacteria rápidamente cuando se alimentan de una planta infectada (menos de 2 horas). La bacteria se adhiere a las piezas bucales y se desprende de ellos cuando el insecto se alimenta de nuevo. La bacteria se multiplica en el vector, pero no circula en su hemolinfa, por lo tanto, pueden transmitirla durante toda la vida. No presenta período de latencia antes de la transmisión, lo que significa que una vez que los vectores adquieren la bacteria, la pueden transmitir inmediatamente. Con

muy pocas bacterias en la cabeza del vector, la transmisión es eficiente (Hill y Purcell 1995). Prácticamente todos los insectos succionadores que se alimentan del fluido del xilema son posibles vectores de ésta plaga (Purcell, 1981).

Chicharritas (Cicadellidae) son las especies más comunes de vectores naturales de *Xylella fastidiosa*. *Cicadella viridis* (Cicadellinae) y *Philaenus spumarius* (Cercopidae) son comunes Europa Central y Meridional, especialmente en vid. En California (Estados Unidos de América) todos los miembros de la subfamilia Cicadellinae (incluyendo *Carneocephala fulgida*, *Draeculacephala minerva* y *Graphocephala atropunctata*) son vectores en vid. *Homalodisca coagulata*, *Homalodisca insolita*, *Oncometopia Orbona*, *Graphocephala versuta* y *Cuerna costalis* se reportan como vectores de la cepa afecta durazneros (CAB International, 2015).

Los inviernos húmedos favorecen la sobrevivencia de los vectores y los veranos secos favorecen la dispersión de la enfermedad (Purcell, 1981; Feil *et al.*, 2003).

La sobrevivencia de los vectores adultos durante el invierno, es muy importante en el establecimiento de infecciones de principio de temporada, ya que pueden causar nuevas infecciones en la plantas leñosas antes de la brotación de primavera (Smart *et al.*, 1998).



Figura 1. *Graphocephala atropunctata* vector de *Xylella fastidiosa* (izq.) y *Oncometopia fascialis* y *Hortensia similis* vectores de *Xylella fastidiosa* en Brasil (der.) (CAB International, 2015).

Síntomas

Los síntomas varían en las diferentes especies hospedantes, pero en general, como la bacteria invade los vasos del xilema y bloquea el transporte de agua y nutrientes, las plantas afectadas muestran zonas secas, marchitamiento del follaje, quemado de la punta de la hoja, muerte de ramas e incluso muerte de la planta (EPPO, 2015).

En los cítricos causa la enfermedad llamada clorosis variegada de los Citrus (CVC), presenta un período de incubación de 9 a 12 meses, antes de que aparezcan los síntomas.



Figura 2. Síntomas de *Xylella fastidiosa* en hojas de olivo (EPPO, 2015).



Figura 3. Síntomas de *Xylella fastidiosa* en plantas de olivo (EPPO, 2015).

Métodos de control

Medidas fitosanitarias para la importación de productos vegetales

Se deben aplicar medidas fitosanitarias para la importación de material de propagación vegetativa, procedente de países donde *Xylella fastidiosa* está presente.

La EPPO recomienda que el material vegetal de propagación importado, debe contar con el certificado fitosanitario de origen y se debe realizar una cuarentena post entrada de 2 años para verificar que el material está libre de la plaga.

Las plantas y frutas importadas, deben estar libres de vectores. Los huevos del vector se insertan en los tejidos vegetales, haciendo difícil su detección visual pero la bacteria no se trasmite a través de los huevos. Vectores inmaduros (ninfas) no son infectivos después de la muda.

Control Químico

No se han obtenido buenos resultados en su control mediante tratamientos a campo con insecticidas para el control de los vectores de esta enfermedad.

Control Cultural

Utilizar plantas certificadas libres de la plaga y de sus vectores.

Producir las plantas de vivero en ambientes protegidos y los viveros deben estar lejos de plantaciones comerciales.

Todas las ramas sintomáticas mayores de 3 años se deben cortar hasta 1 m por debajo de los síntomas (Laranjeira, 1997).

En citrus, la eliminación de plantas enfermas evitó una mayor propagación de la clorosis variegada (Rodas, 1994).

Bibliografía

CAB International. 2015. *Xylella fastidiosa* (en línea). Disponible en: <http://www.cabi.org>

EPPO. 2015. First reports of *Xylella fastidiosa* in the EPPO region. (en línea). Disponible en: http://www.eppo.int/QUARANTINE/special_topics/Xylella_fastidiosa/Xylella_fastidiosa.htm

Feil H, Feil WS, Purcell AH. 2003. Effects of date of inoculation on the within-plant movement of *Xylella fastidiosa* and persistence of Pierce's disease within field grapevines. *Phytopathology*, 93(2):244-251.

Goodwin PH, DeVay JE, Meredith CP. 1988. Physiological responses of *Vitis vinifera* cv. 'Chardonnay' to infection by the Pierce's disease bacterium. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 32(1):17-32

Hill BL, Purcell AH. 1995. Acquisition and retention of *Xylella fastidiosa* by an efficient vector, *Graphocephala atropunctata*. *Phytopathology*, 85(2):209-212

Janse JD, Obradovic A. 2010. *Xylella fastidiosa*: its biology, diagnosis, control and risks. *Journal of Plant Pathology* 92 (1 supl.), S1.35-S1.48.

Laranjeira FF. 1997. Ten years of citrus variegated chlorosis: What do we know? *Laranja*, 18:123-141.

Meng YZ, Li YX, Galvani CD. 2005. Upstream migration of *Xylella fastidiosa* via pilus-driven twitching motility. *Journal of Bacteriology*, 187:5560-5567.

Purcell AH. 1981. Vector preference and inoculation efficiency as components of resistance to Pierce's disease in European grape cultivars. *Phytopathology*, 71(4):429-435

Rodas V. 1994. Convivencia com a clorose variegada dos citros. *Laranja*, 15:129-134.

Schaad NW, Postnikova E, Lacy G, Fatmi MB, Chang CJ. 2004. *Xylella fastidiosa* subspecies: *Xylella fastidiosa* subsp. piercei, subsp. nov., *X-fastidiosa* subsp. multiplex subsp. nov., and *X-fastidiosa* subsp. pauca subsp. nov. *Systematic and Applied Microbiology*, 27:290-300.

Smart CD, Henderson M, Guilhabert MR. 1998. Seasonal detection of *Xylella fastidiosa* in grapevines with culture, ELISA and PCR. *Phytopathology*, 88:S83.

VALIDACIÓN DE ESCALAS DE SEVERIDAD PARA EVALUAR EL REPILO DEL OLIVO (*Fusicladium oleagineum*)

Yesica Bernaschina.¹; Sandra Alaniz²; Carolina Leoni³.

¹. Estudiante de Maestría en Ciencias Agrarias, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Garzón 780, Montevideo, Uruguay.

². Unidad de Fitopatología, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Garzón 780, Montevideo, Uruguay.

³. Programa Nacional de Investigación Producción Frutícola. Estación Experimental INIA Las Brujas, Ruta 48 km 10, Canelones, Uruguay. cleoni@inia.org.uy

Palabras clave: Repilo, *Fusicladium oleagineum*, escala de severidad, *Olea europaea*

Introducción

El Repilo, ocasionado por el hongo *Fusicladium oleagineum*, es una de las principales enfermedades del olivo. En Uruguay causa importantes defoliaciones en las plantas afectadas. Los síntomas típicos se expresan principalmente en el haz de las hojas y son visibles entre 4-21 semanas después de producida la infección. Consisten en manchas circulares marrones oscuras de tamaños variables, con el centro verdoso y a veces con bordes amarillentos. Debido al largo periodo de incubación, el determinar la ocurrencia de infecciones latentes permitiría ajustar el manejo sanitario del cultivo.

Una forma precisa y eficiente de determinar el grado de desarrollo del patógeno sobre la planta, es mediante la cuantificación de la enfermedad a través de escalas de severidad. Conocer en qué medida un patógeno está afectando a nuestro hospedero es vital para decidir si es necesario intervenir con una medida de control, para evaluar el resultado de las medidas que aplicamos, para comparar variedades por su resistencia-tolerancia a determinada enfermedad, para estudiar el progreso de la enfermedad y asociarlo a sistemas de predicción de pérdidas, ente otras medidas.

Diferentes autores han desarrollado escalas para evaluar severidad de repilo en olivos. López-Doncel *et al.* (2000) proponen una escala 0-8 en función del porcentaje de superficie foliar afectada por lesiones de *F. oleagineum* (0=0%; 1=<12,5%; 2=12,5-25%; 4=25-50%; 6=50-75%; 8=>75%). Por otra parte, Salman *et al.* (2011) proponen una escala de severidad en base al número de lesiones por hojas, donde 1 = 1 lesión, 2 = 2 lesiones, 3 = 3 - 5 lesiones, 4 = 6 - 10 lesiones y 5 = > 11 lesiones.

Este trabajo consistió en evaluar estas dos escalas de severidad para determinar la severidad del repilo en base a la detección de las infecciones latentes en hoja, como herramienta para el monitoreo de la enfermedad y su contribución al manejo sanitario del cultivo.

Materiales y Métodos

En las plantas del Jardín de Introducción de variedades de olivos de INIA Las Brujas se colectaron hojas de los cultivares Arbequina, Barnea, Coratina, Frantoio, Leccino, Manzanilla y Picual (100 hojas/planta, 4 plantas/variedad) en los meses de enero, febrero y marzo de 2015. Las hojas colectadas se tomaron de la porción media del brote del año anterior, de forma de detectar las infecciones que ocurrieron en la primavera, cuando esas hojas eran jóvenes y susceptibles a la infección. El diseño experimental fue de BCA con 4 repeticiones.

La detección de las infecciones latentes (revelado) se realizó en 4 pasos según se describe a continuación (Figura 1):

1. De cada árbol se colectaron 100 hojas de los cuatro puntos cardinales, se colocaron en sobres de papel correctamente identificados, y se llevaron al laboratorio para realizar el revelado dentro de las 24 hs de colectadas las hojas.
2. Las hojas se sumergieron en hidróxido de sodio al 5 % por 30 minutos para revelar las infecciones latentes (Salman *et al.*, 2011).
3. Pasado los 30 minutos, las hojas se retiraron de la solución y se dejaron secar durante 30 minutos sobre papel absorbente.
4. Una vez secas, las hojas se escanearon para su posterior evaluación.

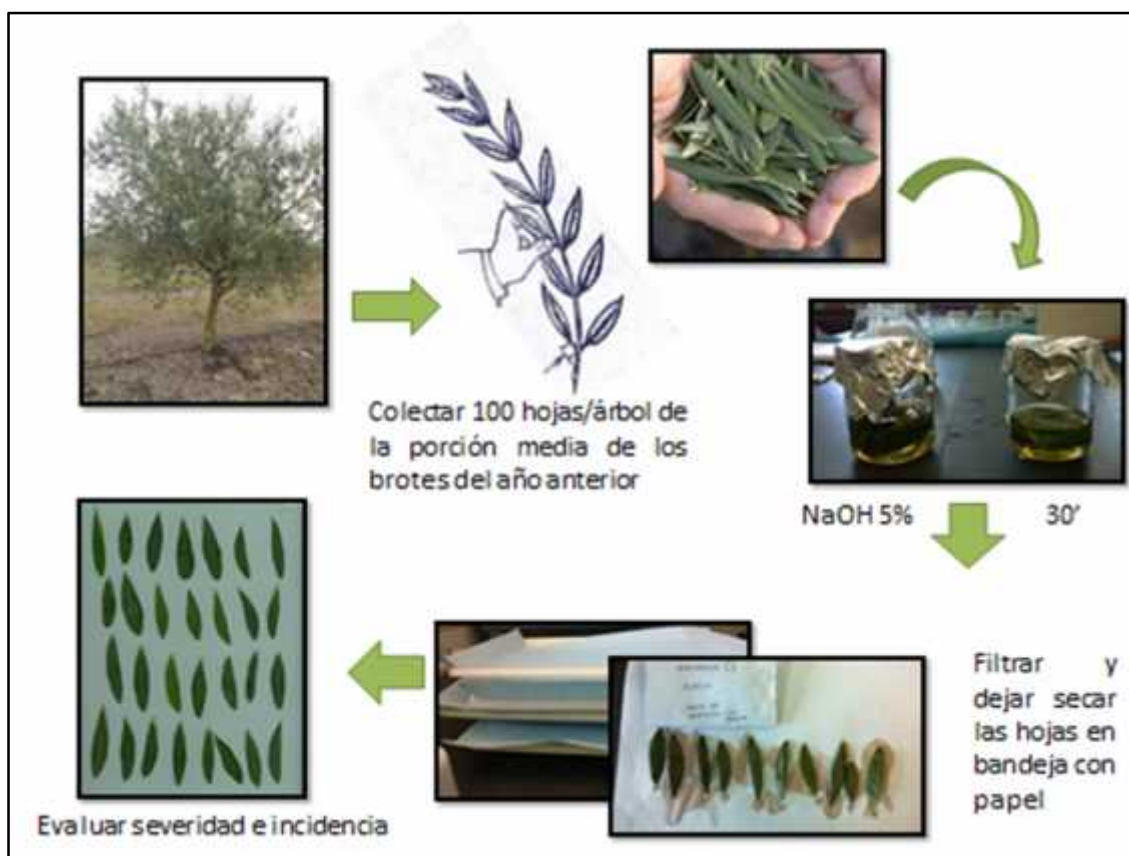


Figura 1. Revelado de infecciones latentes de repilo en olivo

La severidad de la infección se determinó empleando las escalas de López-Doncel *et al.* (2000)

(Figura 2) y Salman *et al.* (2011) (Figura 3). En ambos casos se calculó el índice de severidad medio de la enfermedad (ISE) de acuerdo a la fórmula: $ISE = \sum (n_i * s_i) / N$, donde n_i el número de hojas en cada clase, s_i el valor de severidad de la clase y N el número total de hojas evaluadas. Los valores de ISE fueron analizados utilizando un modelo lineal generalizado en el programa estadístico Infostat.

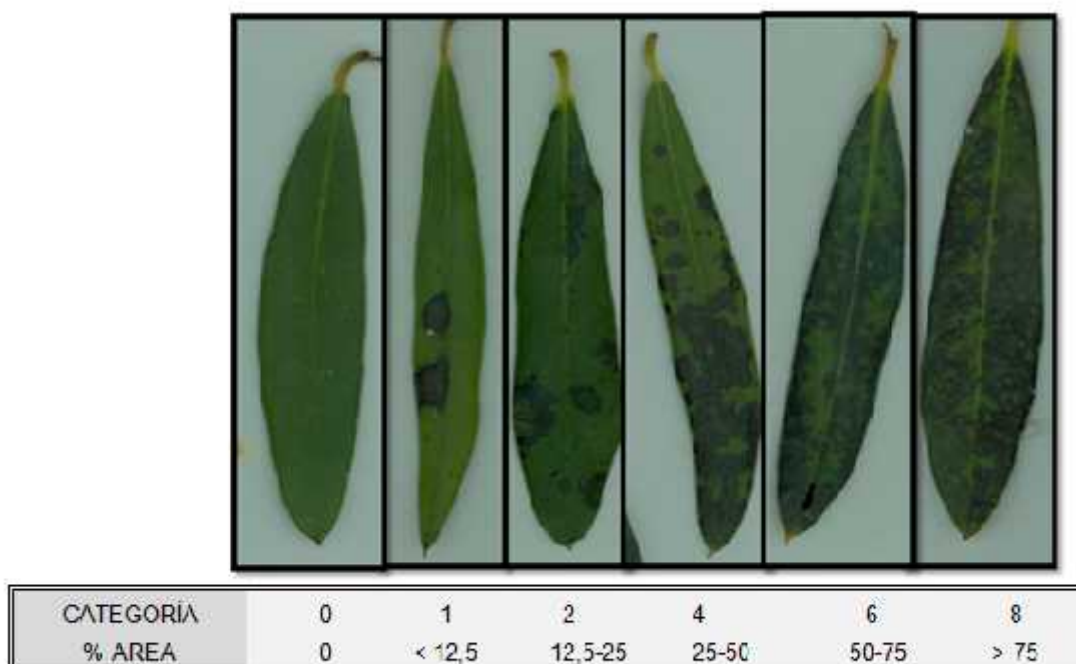


Figura 2. Escala de severidad según porcentaje de área afectada de acuerdo a López-Doncel *et al.* (2000).

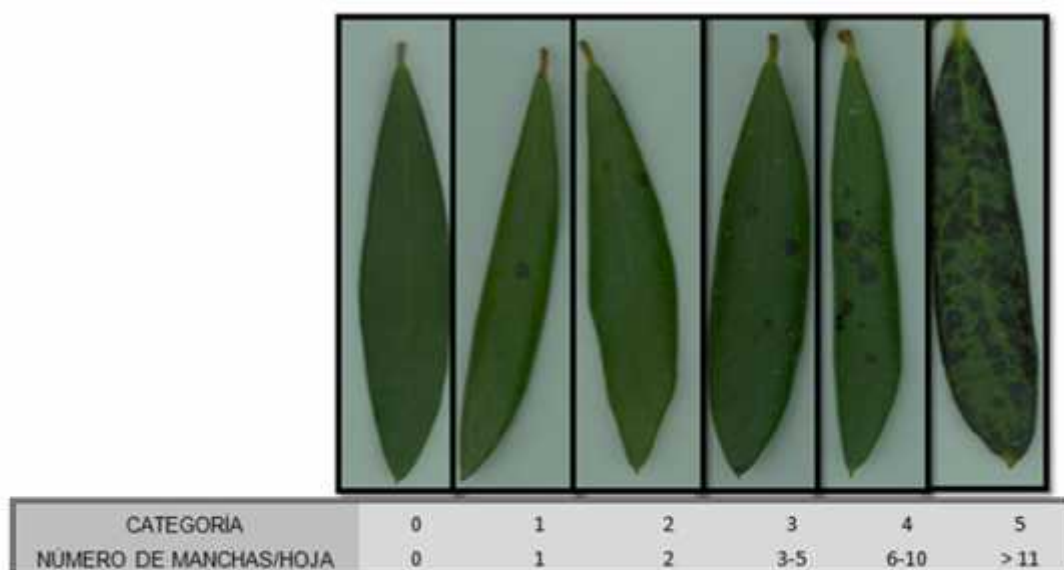


Figura 3. Escala de severidad según el número de lesiones por hoja de acuerdo a Salman *et al.* (2011).

Resultados y discusión

Las dos escalas utilizadas fueron útiles para evaluar infecciones latentes causadas por repilo e identificar diferencias entre variedades (Cuadro 1). Tanto en el mes de enero como en el de marzo, las escalas discriminaron las variedades según la severidad de repilo y las ordenaron de igual forma. En tanto en el mes de febrero, si bien hay diferencias entre las variedades, el orden de susceptibilidad varió con la escala empleada.

En las tres evaluaciones y con ambas escalas las variedades Manzanilla, Coratina y Barnea presentaron los mayores niveles de ISE, mientras que Frantoio, Leccino, Picual y Arbequina constituyeron un grupo con menores valores (Cuadro 1). Estadísticamente, las variedades dentro de un mismo grupo no se diferencian en ninguno de los momentos evaluados. La misma tendencia fue observada para la incidencia de la enfermedad (Figura 4).

Tabla 1. Índices de severidad según variedad y momento de muestreo de acuerdo a la escala empleada.

	Enero		Febrero		Marzo	
	ISE-LD ¹	ISE-S ²	ISE-LD	ISE-S	ISE-LD	ISE-S
Arbequina	1,65 b ³	2,80 b	0,77 abc	2,06 ab	0,38 a	1,01 a
Barnea	2,38 b	3,51 b	1,63 c	3,32 bc	1,10 b	3,15 b
Coratina	1,72 b	3,75 b	1,50 c	3,68 c	1,11 b	3,97 b
Frantoio	0,71 a	1,72 a	0,68 ab	1,78 a	0,39 a	1,08 a
Leccino	0,52 a	1,52 a	0,57 a	1,85 a	0,31 a	0,74 a
Manzanilla	2,28 b	3,04 b	1,21 bc	2,68 abc	0,88 b	2,65 b
Picual	0,74 a	1,69 a	0,78 abc	1,92 a	0,40 a	0,91 a

¹ ISE-LD: Índice de severidad según porcentaje de área foliar afectada, en base a la escala de López-Doncell *et al.* (200)

² ISE-S: Índice de severidad según número de lesiones por hoja, en base a la escala de Salman *et al.* (2011).

³ Diferentes letras en la columna indican diferencias significativas al 5% de probabilidad según la prueba de LSD-Fisher.

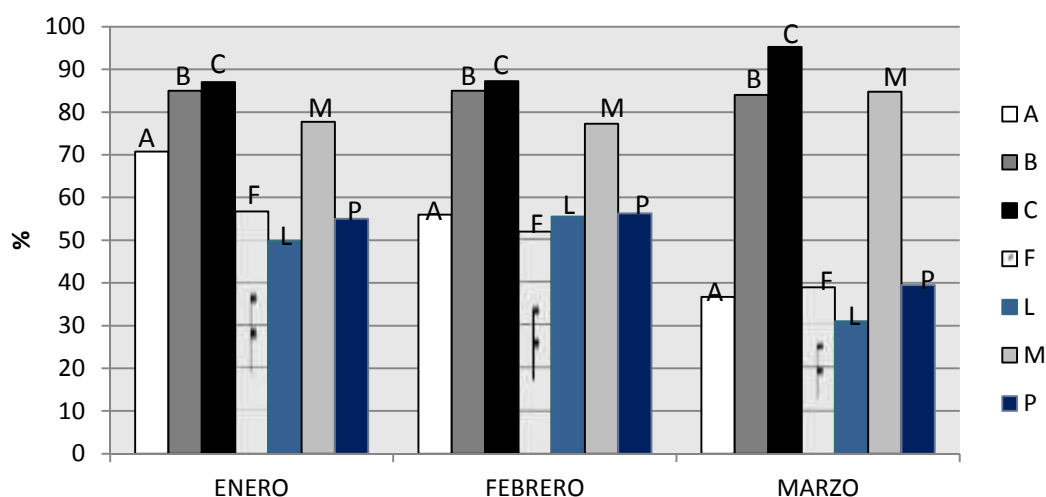


Figura 4. Niveles de incidencia de repilo (% hojas afectadas) según variedad y época de evaluación. A = Arbequina, B = Barnea, C = Coratina, F = Frantoio, L = Leccino, M = Manzanilla, P = Picual.

Según Moral *et al.*, 2005, las variedades Frantoio y Leccino se consideran altamente resistentes y resistente al repilo respectivamente, seguido por Arbequina con una susceptibilidad moderada, y por último Picual y Manzanilla como altamente susceptibles. Los resultados de este ensayo coinciden con este autor en el menor grado de susceptibilidad que presentan las variedades Frantoio y Leccino, pero no puede separar a éstas de Picual y Arbequina. Manzanilla, se presenta como una de las variedades más susceptibles al igual que lo expresado por Moral *et al.*, 2005. López-Doncel *et al.*, 2000 encontró niveles de severidad de 6,3 para Picual y de 0,9 para Arbequina.

Las condiciones climáticas de la primavera previa al período evaluado son determinantes para definir los niveles de infecciones latentes encontrados. Tomando en cuenta las condiciones predisponentes para el desarrollo de esta enfermedad donde el establecimiento de la infección tiene lugar en un rango de temperaturas de entre 5 y 25 °C (con un óptimo de 15 °C) y un período de hoja mojada de al menos 9 horas dependiendo de la temperatura (Obanor *et al.*, 2008), junto a la presencia de tejido susceptible a partir de octubre (inicio de la brotación del olivo), es probable que hayan existido momentos de infección prácticamente durante toda la primavera y principios de verano (Figura 5). Otros factores, como el viento y la radiación solar, afectan el período de hoja mojada y por ende pueden determinar que una infección no prospere.

De todas maneras en nuestras condiciones, existe una alta probabilidad de ocurrencia de momentos de infección sobre todo cuando la primavera se presenta fresca y lluviosa, lo cual no sólo favorece el desarrollo de la enfermedad sino que también enlentece el desarrollo de los órganos vegetales (hojas) y por lo tanto éstos permanecen mayor tiempo en estado susceptible (hoja joven).

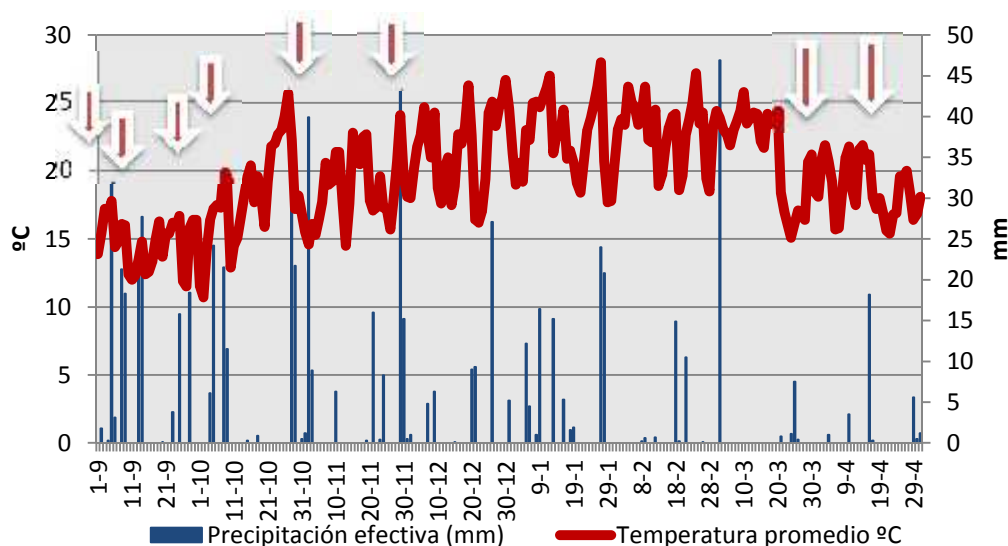


Figura 5. Precipitación efectiva y temperatura promedio entre setiembre y abril de 2015. Los datos meteorológicos fueron obtenidos de la estación INIA Las Brujas (INIA Gras). Las flechas indican los posibles momentos de infección.

Conclusiones

- Las dos escalas evaluadas son igualmente útiles para determinar el nivel de infecciones latentes en las variedades evaluadas. La escala de Salman *et al.* (2011) en base al número de lesiones por hoja se destaca por su menor exigencia en el entrenamiento del evaluador.
- Coratina, Barnea y Manzanilla fueron las variedades que presentaron mayores ISE en todos los meses evaluados, mientras que Picual, Arbequina Frantoio y Leccino fueron las variedades con menores ISE, sin diferencias significativas entre ellos.
- Es necesario repetir esta evaluación para validar la herramienta como soporte al manejo del repilo, y correlacionar los niveles de infecciones latentes con la evaluación a campo.

Referencias bibliográficas

- Conde P.; Montelongo M.J., Leoni C. 2013. Enfermedades del olivo. En: Grompone M.A. y Villamil J. (Coord.). Aceites de oliva: de la planta al consumidor. Vol. 1. Editorial Hemisferio Sur e INIA. pp.: 183 – 213.
- López-Doncel, L. M., Viruega-Puente, J. R., Trapero-Casas, A. 2000. Respuesta del olivo a la inoculación con *Spilocaea oleagina*, agente del repilo. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas 26: 349–363.
- Obanor F.O., Walter M., Jones E.E. and Jaspers M.V. 2008 Effect of temperature, relative humidity, leaf wetness and leaf age on *Spilocaea oleagina* conidium germination on olive leaves. European Journal of Plant Pathology 120:211–222
- Salman M., Hawamda A. A., Amarni A. A. A., Rahil M., Hajjeh H., Natsheh B., and Abuamsha R. 2011. Evaluation of the incidence and severity of olive leaf spot caused by *Spilocaea oleagina* on olive trees in Palestine. American Journal of Plant Sciences, 2: 457-460.

¿CÓMO AFECTA LA INCIDENCIA DE “ACEITUNA JABONOSA” (OCASIONADA POR *Colletotrichum* spp.) LA CALIDAD DEL ACEITE?

Carolina Leoni¹, Juan José Villamil¹, Leandro Martinelli¹, Alejandro Fredes¹, Juliana Bruzzone¹, Cecilia Martínez¹, María José Montelongo², Paula Conde¹.

¹ Programa Nacional de Investigación Producción Frutícola. Estación Experimental INIA Las Brujas, Ruta 48 km 10, Canelones, Uruguay. cleoni@inia.org.uy

² Unidad de Fitopatología, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Garzón 780, Montevideo, Uruguay.

Palabras clave: Aceituna jabonosa, *Colletotrichum* spp., calidad de aceite, *Olea europaea*

Introducción

La “antracnosis” o “ aceituna jabonosa”, causada por *Colletotrichum* spp. es la principal enfermedad de fruto del olivo en nuestro país. El período de mayor susceptibilidad del fruto es entre envero y cosecha, que coincide con condiciones climáticas altamente predisponentes al desarrollo de la enfermedad (alta humedad, lluvias y temperaturas promedio superiores a 20°C). Esta enfermedad ocasiona principalmente podredumbres, pérdida de peso y caída prematura de los frutos lo cual disminuye los rendimientos. Pero también afecta negativamente la calidad del aceite elaborado con los frutos afectados, alterando el color, la acidez y la calidad organoléptica entre otras propiedades (Trapero y Blanco 2008; Moral *et al.* 2014).

El efecto de la aceituna jabonosa en la calidad del aceite no está bien caracterizado para nuestras condiciones, por eso se realizó este trabajo con el fin de determinar cómo las variedades y los niveles de incidencia de aceituna jabonosa afectan la calidad del aceite. Para ello se estudiaron algunos parámetros de calidad como la acidez, el índice de peróxidos, K232 y K270, y fenoles totales.

Materiales y Métodos

Para determinar el efecto del nivel de infección por *Colletotrichum* sp. sobre la calidad del aceite se conformaron lotes de fruta con niveles creciente de olivas artificialmente infectada por *Colletotrichum acutatum*, a partir de los cuales se extrajo el aceite. Los aceites obtenidos fueron analizados para determinar su composición físico-química. El experimento se realizó en tres temporadas (2012, 2013, 2014) y en dos variedades: Arbequina y Frantoio.

Los lotes de olivas con niveles crecientes de fruta infectada se conformaron combinando fruta sana con fruta infectada artificialmente. Se prepararon 3 lotes para cada combinación de variedad x nivel de infección. Los frutos infectados se obtuvieron luego de ser inoculados con una suspensión de 1×10^6 conidios/ml de *C. acutatum* (aislado 96 – FAGRO, Montelongo *et al.*, 2012), e incubados en cámara húmeda a 24°C por 7-10 días.

Previo a la extracción del aceite, en cada uno de los lotes de olivas se determinó el tenor graso (% en base seca) según el método de extracción en Soxhlet con n-hexano (AOAC, 1990) y el

contenido de humedad (%) mediante secado en estufa de aire forzado a 105°C (AOAC, 1990), a partir de una muestra de 200 g de fruta. Se realizaron 3 repeticiones por lote.

Los distintos lotes de fruta se procesaron en una almazara Oliomio de 50 kg/hora de capacidad instalada en INIA, y los aceites obtenidos se analizaron dentro de los 30 días siguientes a la extracción y filtrado. En cada uno se determinó: 1- Acidez expresada como % de ácido oleico libre (Norma UNIT 1048:99, ISO 660:1996); 2- Índice de peróxidos expresado como meq O₂/kg de aceite (Norma ISO 3960:2001); 3- Absorbancia ultravioleta: K232, K270 (Norma COI/T.20/Doc. n° 19); 4- Contenido de polifenoles totales (extracción en metanol:agua 80:20, y posterior determinación en espectrofotómetro por desarrollo de color con el reactivo de Folin-Denis a 725 nm) y los resultados se expresaron como mg de polifenoles totales (equivalentes a ácido gálico) por kg de aceite (Aytton *et al.* 2007).

Resultados

El aumento en el porcentaje de frutas infectadas no afectó ni el rendimiento graso ni el contenido de humedad de las aceitunas. En las diferentes temporadas evaluadas, los valores de tenor graso promedio en base seca variaron entre 42% y 45% para Arbequina entre 43% y 46% y para Frantoio (Cuadro 1), valores medios para las condiciones de Uruguay.

Cuadro 1. Fecha de cosecha y valores medios de índice de madurez, tenor graso (% en base seca) y contenido de humedad (%) evaluados en los aceites de Arbequina y Frantoio en las temporadas 2012, 2013 y 2014.

	Fecha de cosecha	Índice de Madurez ¹	Tenor graso (% base seca) ²	% Humedad ³
Arbequina				
2012	6 junio	2,9	42	61
2013	15 abril	1,9	45	60
2014	20 mayo	1,9	42	62
Frantoio				
2012	19 junio	1,6	44	53
2013	9 mayo	2,4	43	51
2014	24 abril	1,6	46	54

¹Índice de madurez en base a la escala 0-7 (0= verde intenso; 1= piel verde amarillento; 2= piel rojiza o morada <50%, inicio envero; 3= piel rojiza o morada >50%, fin envero, 4= piel negra y pulpa blanca; 7=piel negra y pulpa morada hasta el hueso); ² según el método de extracción en Soxhlet con n-hexano; ³ mediante secado en estufa de aire forzado a 105°C

La acidez fue el parámetro de calidad del aceite mas afectado por *C. acutatum*, coincidente con la bibliografía internacional (Moral *et al.* 2014). A medida que aumenta la incidencia de aceituna jabonosa, los niveles de acidez se incrementan, con variaciones entre años. Si consideramos el conjunto de los valores obtenidos en los tres años, encontramos que la incidencia máxima de aceituna jabonosa para categorizar un aceite como virgen extra (acidez <0,8%) es de 10% en Arbequina y 22% en Frantoio, mientras que para ser categorizados como virgen en ninguno de los años se alcanzaron los niveles de 2% (Figura 1).

Los niveles de peróxidos en los tres años evaluados y para los niveles de incidencia de aceituna jabonosa estudiados, siempre se encontraron debajo de los 20 meq O₂/kg de aceite, nivel máximo aceptado para categorizar como virgen extra (Figura 2). Igualmente, se observó una tendencia a aumentar a medida que se incrementa el % de fruta infectada por *C. acutatum*, coincidente con lo establecido en la bibliografía (Moral *et al.* 2014).

Los niveles de absorbancia ultravioleta K232 y K270, empleados para reconocer el estado de conservación de los aceites y junto al nivel de peróxidos ver el nivel de oxidación de los mismos, se encontraron generalmente debajo de los niveles máximos exigidos para categorizar como virgen extra (<2,5 y < 0,22, para K232 y K270). Tanto en Frantoio como en Arbequina los valores de K232 variaron entre 0,6 y 1,00, mientras que los de K270 entre 0,02 y 0,25. Los valores de K270 superiores al máximo admitido solo se observaron en los aceites de Arbequina del año 2012 con niveles de incidencia de aceituna jabonosa superiores a 7%.

Por último, los niveles de polifenoles totales mostraron una tendencia a disminuir con el aumento de fruta afectada por *C. acutatum*, con un marcado efecto año (Figura 3). Esta tendencia, sugiere una menor estabilidad de los aceites a medida que se incrementa la incidencia de aceituna jabonosa, afectando su potencial período de conservación.

La variación entre años fue significativa para los diferentes parámetros evaluados debido a diferencias en la severidad de infección. En las temporadas 2012 y 2013 el 80% de los frutos infectados presentaban una severidad mayor a 3, mientras que en 2014 la severidad del 70% de ellos varió entre 1 y 2 (en una escala 0-5, donde 0 : fruta sana, 1: < 25% superficie afectada, 2: 25-50%, 3: 50-75%, 4: 75 - 100% afectada, 5 = fruta momificada). A modo de ejemplo, niveles de 5 % de fruta infectada presentaron valores de acidez de 0,5% y 0,3% en Arbequina y 0,9% y 0,3% en Frantoio para las temporadas en 2012 y 2014 respectivamente. Ya cuando observamos los niveles de peróxidos y fenoles totales, vemos también que los aceites obtenidos en el 2014 presentan mejor calidad respecto a los del año 2012.

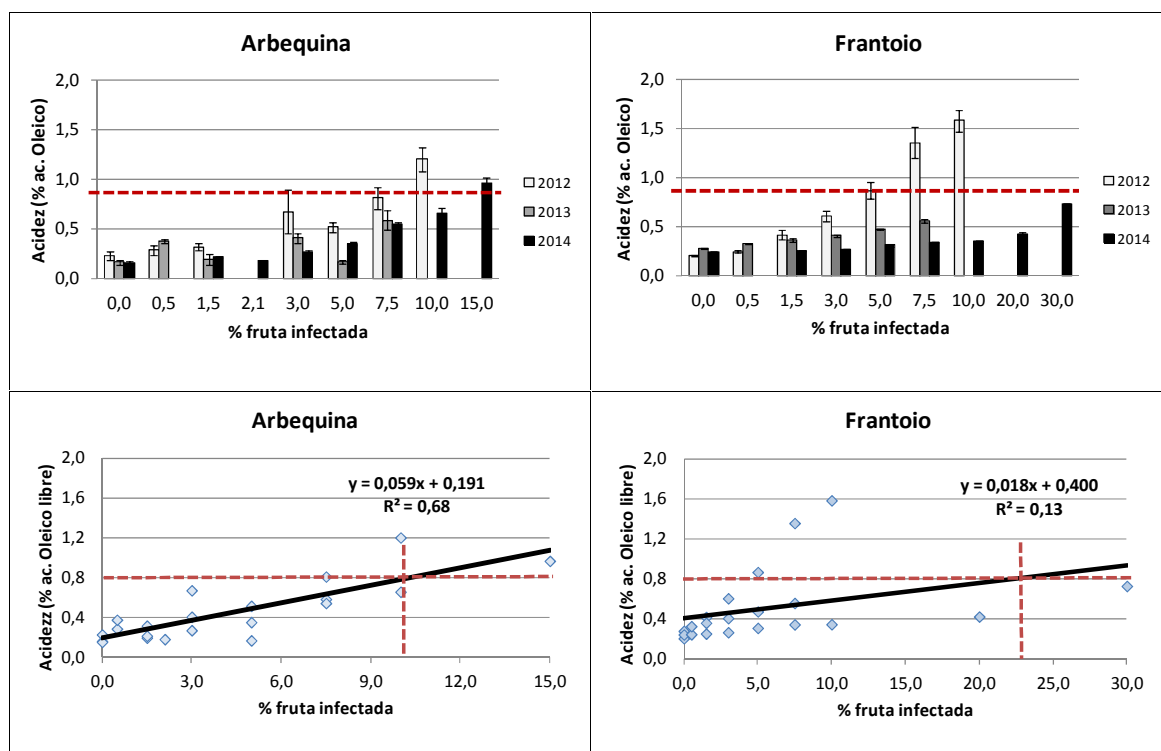


Figura 1. Efecto del porcentaje de fruta infectada por *C. acutatum* sobre la acidez del aceite, expresada

como % de ácido oleico libre según las Normas UNIT 1048:99 e ISO 660:1996.

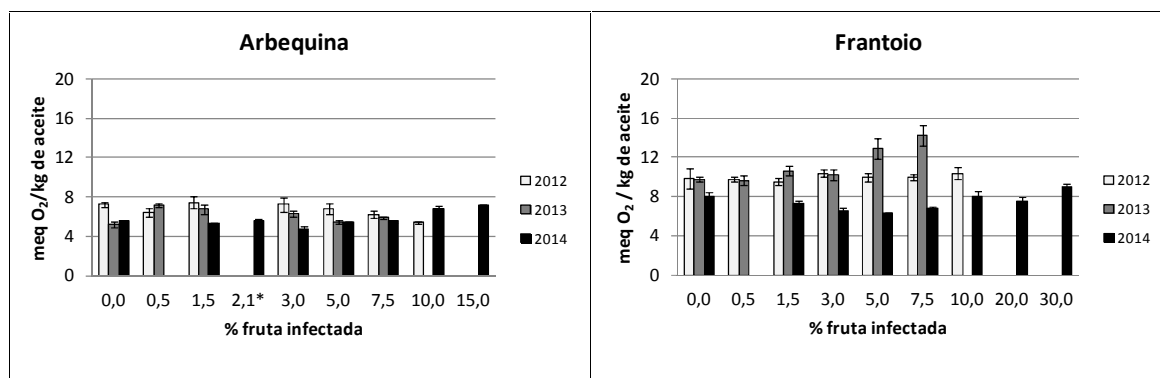


Figura 2. Efecto del porcentaje de fruta infectada por *C. acutatum* sobre el nivel de peróxidos, expresado como meq O₂/kg de aceite según la Norma ISO 3960:2001.

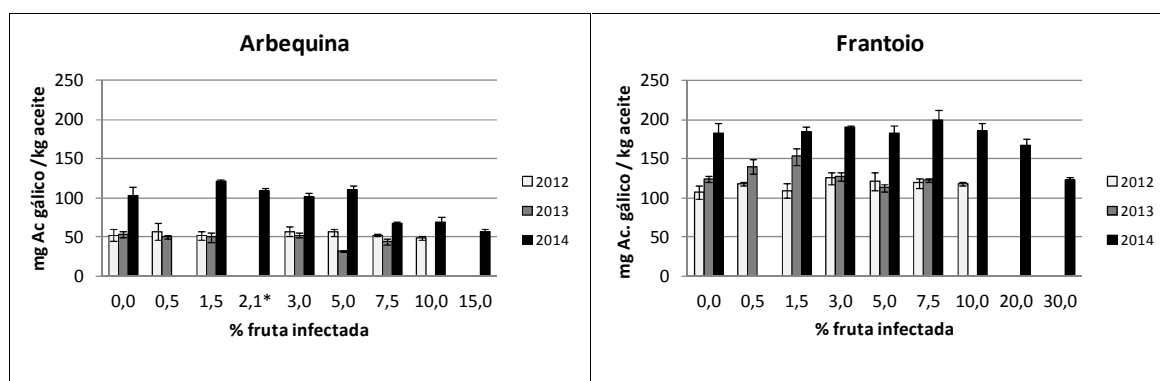


Figura 3. Efecto del porcentaje de fruta infectada por *C. acutatum* sobre el nivel de polifenoles totales, expresados como mg equivalentes a ácido gálico por kg de aceite.

Consideraciones finales

La calidad del aceite depende de varios factores, entre ellos de los factores edafológicos, climáticos, agronómicos, sanitarios, y de las condiciones de poscosecha y procesado. La sanidad de las aceitunas es clave para la obtención de aceites de calidad virgen extra, y entre los patógenos que más inciden en la pérdida de calidad se encuentran los hongos pertenecientes al género *Colletotrichum*.

De acuerdo a los parámetros físico-químicos evaluados, para obtener aceite de oliva virgen extra los niveles de incidencia de aceituna jabonosa no deberían superar el 10% en Arbequina y 20% en Frantoio, con valores de severidad promedio de la fruta afectada menores a 2. Estos valores están dentro de los rangos mencionados para otras regiones y variedades, donde establecen niveles máximos de infección de 15 a 20% (Mincione *et al.* 2004, citado por Moral *et al.* 2014). Sin embargo, estos niveles podrían ser sensiblemente menores si se considera el perfil sensorial, donde los aceites virgen extra no toleran defectos como “jabón basto”, defecto que se ve incrementado ante la presencia del hongo *Colletotrichum* spp. (Conde *et al.* 2013, García Figueres *et al.* 21997, Moral *et al.* 2014).

Dadas nuestras condiciones agroecológicas para la producción del olivo, es necesario avanzar en el manejo de la enfermedad de forma de llegar al momento de cosecha con niveles bajos de incidencia de aceituna jabonosa. Esto será posible en la medida que se combinen estrategias de control genético (variedades resistentes-tolerantes, determinación de los niveles de infección máximos por variedad), control cultural (densidad de plantación y sistemas de conducción que favorezcan la ventilación de las plantas; adelanto de la cosecha ante condiciones climáticas favorables a la enfermedad, eliminación de fuentes de inóculo primario principalmente momias) y control químico (determinación de momentos y productos más eficientes).

Referencias bibliográficas

- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition.
- Ayton J., Mailer R.J., Haigh A., Tronson D. and Conlan D. 2007. Quality and oxidative stability of Australian olive oil according to harvest date and irrigation. *Journal of Food Lipids* 14:138-156.
- COI - Consejo Oleícola Internacional. 2011. Trade standard applying to olive oils and olive-pomace oils. COI/T.15/NC No 3/Rev. 6. November 2011. 19 p.
- Conde P., Villamil J.J., Fredes A., Bruzzone J., Martínez C., Montelongo M.J., Ellis A.C., Gámbaro A., Leoni C. 2013. Determinación del umbral máximo tolerable de fruta infectada por *Colletotrichum* spp. para la obtención de aceite de oliva extra virgen. En: Jornada de Divulgación Resultados experimentales en el cultivo de olivos. INIA Serie Actividades de Difusión Nº 721. pp. 31 – 37.
- García Figueres F., Duatis Monllaó J.J., Marco Sanz V., Pedret tena E. 1997. Influencia de los ataques fúngicos en la pérdida de calidad del aceite de oliva. *Fruticultura Profesional (Especial olivicultura II)* 88: 131 – 135.
- Montelongo M.J., Hernandez L., Casanova L. Conde P., Alaniz S. 2012. Characterization of *Colletotrichum* spp. causing olive anthracnose in Uruguay. En: Proceedings VIIth International Symposium on Olive growing. San Juan, Argentina. Setiembre 2012.
- Moral J., Xavier C., Roca L.F., Romero J., Moreda W. and Trapero A. 2014. La antracnosis del olivo y su efecto en la calidad del aceite. *Grasas y Aceites* 65: e028. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/gya.110913>
- Trapero A., Blanco M.A. 2008. Enfermedades. En: *El cultivo del olivo*. Eds. Barranco D., Fernández-Escobar R. y Rallo L. Mundi Prensa-Junta de Andalucía, Madrid, pp. 595-656.

ACIDOS GRASOS NITADOS: NUEVOS INDICADORES DE CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA

Homero Rubbo

Departamento de Bioquímica y Centro de Investigaciones Biomédicas, Facultad de Medicina, UDELAR

En este proyecto se pretende determinar la presencia de ácidos grasos nitrados (nitrolípidos) en aceites de oliva extra virgen uruguayos como nuevos biomarcadores de calidad. Los nitrolípidos son ácidos grasos insaturados y nitrados (nitroalquenos) de potente acción anti-inflamatoria y beneficios importantes para la salud humana, que hemos detectado por primera vez en el aceite de oliva y las aceitunas. Se propone la generación de aceites de mayor calidad, capaces de concentrar un número más elevado de estos ácidos, dando un valor agregado a la industria nacional. Los aceites extravirgenes de mayor calidad tendrían mayor cantidad de nitrolípidos. Hemos comparado aceites de oliva de distintas regiones del país con distinto grado de maduración de las aceitunas, correlacionando el grado de madurez de las aceitunas con la cantidad de ácidos grasos nitrados. En este sentido pretendemos conocer la curva de contenido de ácidos grasos nitrados en función de la maduración de las aceitunas, como un nuevo criterio a ser considerado para determinar el momento óptimo de cosecha. En suma, se propone correlacionar esta nueva característica de calidad (los nitrolípidos) con el grado de madurez de la fruta. En modelos animales hemos demostrado que la administración de aceite de oliva extravirgen en presencia de nitrito presente en los alimentos, es capaz de potenciar la generación de nitrolípidos a nivel gástrico, aumentando las acciones beneficiosas ya reportadas del aceite de oliva. Si bien se trata de preguntas abiertas, esperamos generar información sobre una característica nutracéutica adicional de los aceites de oliva nacionales, potenciando su calidad.

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE ACEITES DE OLIVA ELABORADOS A PARTIR DE VARIEDADES CULTIVADAS EN URUGUAY

J. Bruzzone, C. Martínez, J.J. Villami, A. Fredes, P. Conde

Programa Nacional de Investigación Producción Frutícola – INIA

Introducción

Se evaluó la calidad de aceites de oliva de trece variedades cultivadas en el sur de Uruguay. Algunos de los parámetros requeridos por el Consejo Oleícola Internacional (COI) para la clasificación del aceite como extra virgen son: acidez libre, índice de peróxidos, absorbancia en ultravioleta, contenido de fenoles y composición de ácidos grasos.

La acidez en el aceite de oliva es resultado de la hidrólisis de los triglicéridos que lo componen, dando como producto ácidos grasos libres. Esto puede ocasionarse en presencia de agua, por lipólisis enzimática consecuencia de enzimas propias del fruto y por lipólisis microbiana producida por microflora presente en la aceituna. Este parámetro puede incrementarse por mal tratamiento del fruto durante la cosecha, por demora en el procesamiento del mismo, y por mal estado inicial causado por plagas y/o enfermedades (Barranco *et al.* 2008; Grompone e Irigaray, 2013).

El índice de peróxidos, es una medida del contenido de compuestos peroxidados de la muestra lo que indica el grado de oxidación primaria. Este deterioro puede ser debido a elevadas temperaturas durante el procesamiento, o condiciones de conservación inadecuadas (contacto con oxígeno y exposición a la luz natural) (Grompone e Irigaray, 2013).

En la medición de absorción en el ultravioleta, se determina la presencia de dienos conjugados (absorbancia a 232nm) producto de la formación de peróxidos a partir de ácidos grasos insaturados. También a través de la medida de absorbancia a 270nm se determina la presencia de dicetonas etilénicas, productos de la oxidación secundaria.

Los compuestos fenólicos son considerados como una parte importante del sistema químico de defensa del fruto. También son los principales responsables de las propiedades antioxidantes del aceite de oliva virgen extra; contribuyendo a su vez a las propiedades organolépticas de los mismos. La concentración de componentes fenólicos depende del índice de madurez en la cosecha, del sistema de extracción del aceite empleado, condiciones de molienda utilizadas, proceso de filtración, además de variables ambientales y varietales del cultivo (Grompone e Irigaray, 2013).

Estudios realizados sobre la composición en ácidos grasos de aceites de oliva, muestran amplios rangos de variabilidad relacionado con factores genéticos y ambientales. (Rondanini *et al.*, 2014). Conocer su composición permite determinar su estabilidad oxidativa (asociado a los ácidos grasos poliinsaturados), y también detectar adulteraciones del producto (Kiritsakis *et al.* 1992).

Materiales y métodos

Se utilizaron trece variedades cultivadas en INIA Las Brujas, Canelones. Los distintos lotes de fruta se procesaron en almazara Oliomio de 50 kg/hora de capacidad, instalada en la Estación Experimental de INIA Las Brujas.

En cada lote de aceite se determinó:

- Acidez expresada como % m/m de ácido oleico libre (Norma UNIT 1048:99, ISO 660:1996).
- Índice de peróxidos expresado como mili equivalente de oxígeno activo por kilogramo de aceite (meq O₂/Kg aceite). (Norma ISO 3960:2001).
- Absorbancia ultravioleta: K232, K270, ΔK (Norma COI/T.20/Doc. n° 19).
- Contenido de polifenoles totales: Extracción en metanol:agua 80:20, y posterior determinación en espectrofotómetro por desarrollo de color con el reactivo de Folin-Denis a 760 nm. Se expresaron los resultados como mg de polifenoles totales (equivalentes a ácido gálico) por kilogramo de aceite (Ayton et al. 2007).
- Composición de ácidos grasos: Preparación de ésteres metílicos de ácidos grasos por transesterificación en frío con una solución metanólica de hidróxido potásico y posterior cuantificación por cromatografía gaseosa (Norma COI/T.20/Doc. n° 24 2001) Expresado como % m/m de ésteres metílicos sobre el total determinado.

Resultados

En la Tabla 1 se muestran los resultados promedios obtenidos de los análisis de calidad de los aceites de oliva evaluados en temporada 2012, 2014 y 2015. Se observa que para acidez, índice de peróxidos y K270 se encuentran diferencias significativas entre las distintas muestras y se destaca que todos los aceites cumplen con el requisito del COI para ser clasificado como aceite virgen extra, en cuanto a acidez, índice de peróxidos, y absorbancia UV.

En la figura 1 se muestran el contenido de fenoles para el aceite obtenido de las variedades en estudio para los años 2012, 2014 y 2015. Se observan diferencias significativas entre los distintos años de análisis para una misma variedad. Se destaca Coratina como variedad con alto contenido de polifenoles para los tres años evaluados (245-280 mg gálico/100g aceite).

Tabla 1: Resultados Análisis de calidad, promedio de temporada 2012-2014-2015.

	Acidez (%m/m)	Índice de peróxidos (meq de O ₂ /kg aceite)	K232	K270	ΔK
<i>Límites par Aceite virgen extra(COI)</i>	≤ 0,08	≤ 20	≤ 2,50	≤ 0,22	≤ 0,01
Arauco	0,27 cd	7,37 b	0,61	0,11 d	0,0006
Arbosana	0,15 a	5,25 a	0,65	0,09 bcd	0,0014
Bosana	0,26 bc	6,96 b	0,64	0,11 cd	0,0014
Canino	0,17 a	3,89 a	0,6	0,07 abc	0,0004
Coratina	0,32 cde	5,01 a	0,56	0,05 a	0,0060
Frantoio	0,34 de	8,29 Bc	0,62	0,05 a	0,0021
Grignan	0,29 cde	6,99 b	0,66	0,07 abc	0,0006
Itrana	0,35 e	7,97 Bc	0,67	0,09 bcd	0,0018
Koroneiki	0,52 f	4,29 a	0,65	0,06 ab	0,0002
Pendolino	0,35 e	8,98 C	0,64	0,07 abcd	0,0025
Picholine	0,31 cde	8,22 Bc	0,64	0,08 abcd	0,0008
Taggiasca	0,31 cde	8,36 Bc	0,67	0,05 ab	0,0023
Tanche	0,19 ab	8,17 Bc	0,64	0,1 cd	0,0000
<i>p-valor</i>	<0,0001	<0,0001	0,9802	<0,0001	0,1448

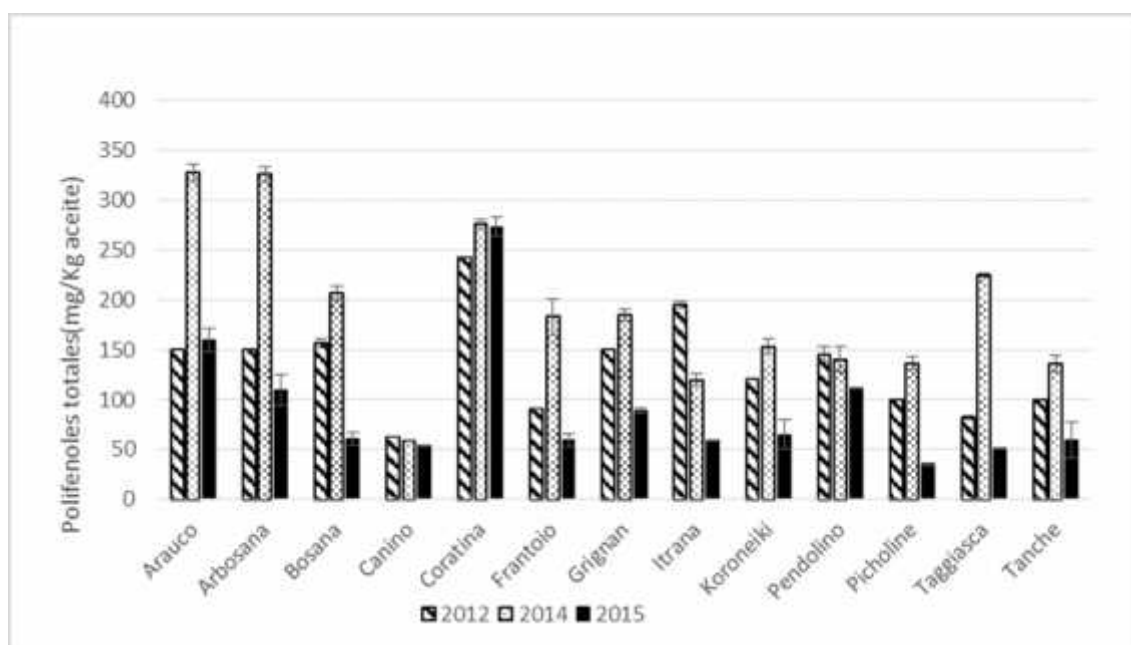


Figura 1: Polifenoles totales para las variedades evaluadas.

En la tabla 2 se muestran la composición de ácidos grasos de los aceites analizados, todos ellos cumplen con lo especificado por el COI (tabla 3). El perfil del aceite de oliva es característico debido a que el ácido oleico es el mayoritario, el cual en las muestras evaluadas varía desde un 60 % en Arauco, Bosana, Itrana, hasta 76% en Koroneiki.

Tabla 2: Composición de ácidos grasos de aceites de oliva (% m/m de ésteres metílicos sobre el total determinado)

	C16:0	C17:0	C18:0	C20:0	C22:0	C16:1	C17:1	C18:1	C20:1	C18:2	C18:3 n3	**NI
Arauco	18,10	0,05	2,44	0,39	0,11	2,02	0,07	60,24	0,22	14,87	0,80	0,70
Arbosana	15,48	0,01	1,87	0,35	0,01	1,00	0,05	73,00	0,22	6,04	0,48	1,40
Bosana	18,07	0,11	1,67	0,39	0,08	2,57	0,22	60,65	0,28	15,03	0,66	0,27
Canino	15,74	0,04	1,87	0,33	0,08	1,86	0,08	67,60	0,24	11,25	0,62	0,29
Coratina	13,70	0,04	1,76	0,36	0,08	0,91	0,08	69,23	0,40	12,05	0,85	0,54
Frantoio	17,93	0,04	1,51	0,22	0,00	1,82	0,09	65,06	0,21	12,38	0,70	0,00
Grignan	13,83	0,04	1,80	0,31	0,07	1,49	0,10	71,70	0,30	8,41	0,90	1,04
Itrana	18,51	0,05	1,46	0,21	0,00	1,97	0,10	60,61	0,17	15,46	1,00	0,25
Koroneiki	12,67	0,04	2,34	0,40	0,11	1,06	0,06	76,55	0,29	5,23	0,60	0,65
Pendolino	13,79	0,03	1,48	0,22	0,04	1,50	0,08	72,01	0,27	9,41	0,85	0,32
Picholine	15,20	0,04	1,67	0,32	0,07	1,54	0,09	67,54	0,30	12,24	0,74	0,25
Taggiasca	14,89	0,04	1,74	0,33	0,07	1,51	0,07	68,37	0,30	11,65	0,74	0,30
Tanche	20,63	0,15	1,32	0,13	0,00	1,81	0,41	67,51	0,16	7,04	0,83	0,00

**NI: No identificado

Tabla 3: Composición en ácidos grasos por cromatografía de gases, establecidos por el COI como criterio de pureza (COI/T.15/NC nº 3/Rev. 7 Mayo de 2013)

	% m/m de ésteres metílicos
Ácido Mirístico (C14:0)	≤0,03
Ácido palmítico (C16:0)	≤ 7,5-20
Ácido heptadecanoico (C17:0)	≤ 0,3
Ácido esteárico (C18:0)	≤ 0,5-5
Ácido araquídico (C20:0)	≤ 0,6
Ácido behénico (C22:0)	≤ 0,2
Ácido palmitoleico (C16:1)	≤ 0,3-3,50
Ácido heptadecenoico (C17:1)	≤ 0,3
Ácido oleico (C18:1)	≤ 55-83
Ácido gadoleico (C20:1)	≤0,4
Ácido linoleico (C18:2)	≤ 2,5 – 21
Ácido linolénico (C18:3 n3)	≤ 1
Ácido lignocérico (C 23:0)	≤ 0,2

En la figura 2 se muestra la suma de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. Los ácidos grasos poliinsaturados presentes son el ácido linoleico y linoleico, cuya suma varía desde 5,8 en Koroneiki hasta 16,7% en Itrana. El contenido de estos ácidos grasos está relacionado con la inestabilidad oxidativa del aceite.

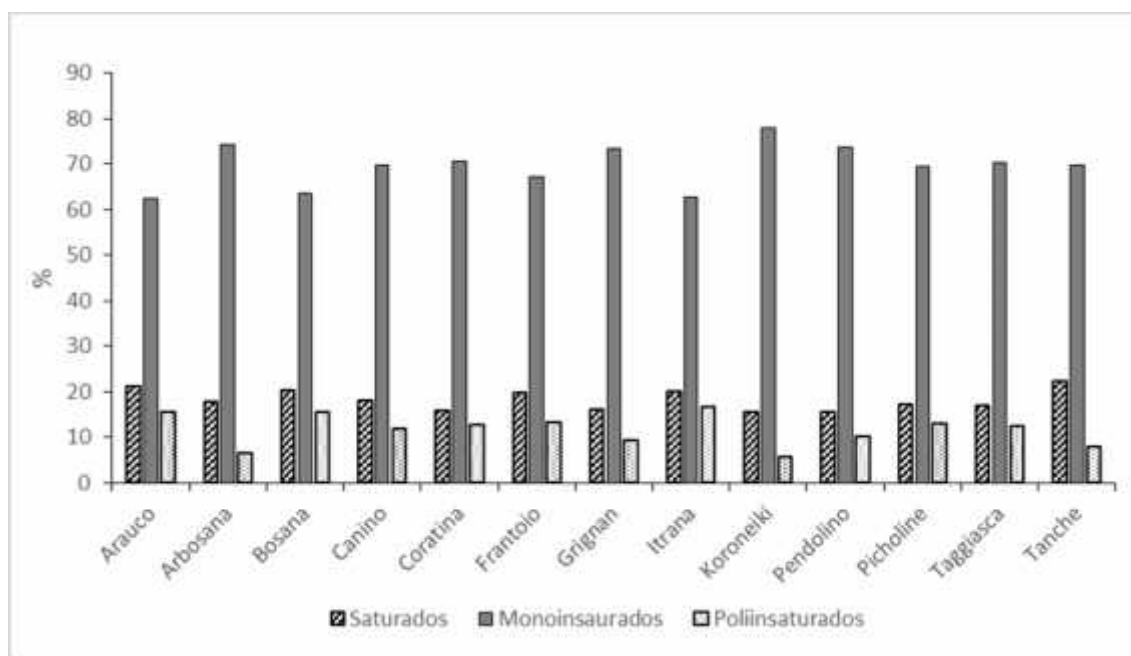


Figura 2. Porcentajes de Ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados en los aceites evaluados.

Consideraciones finales

Los parámetros de calidad determinados para los aceites de oliva de las variedades estudiadas cultivadas en el sur de Uruguay, cumplen con los requisitos del COI para ser clasificado como aceite extra virgen.

Se confirma que el contenido de polifenoles y el perfil de ácidos grasos de los aceites dependen de la variedad utilizada, siendo Coratina la variedad con mayor contenido de polifenoles. Será de interés conocer la composición fenólica e identificar otras variables que afectan su contenido en distintos años.

Colaboradores

R. Ashfield, D. Bianchi, J. Cabrera, R. Zoppolo

Bibliografía

- Ayton, J., R. J. Mailer, A. Haigh, D. Tronson, D. Conlan. 2007. Quality and oxidative stability of Australian olive oil according to harvest date and irrigation. *Journal of Food Lipids* 14:138-156.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th Edition.
- Barranco, D.; Fernández- Escobar, R.; Rallo, L. 2008. *El cultivo del olivo*. Departamento de Agronomía. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba. Sexta edición.
- Grompone M.A, Irigaray B., En: Grompone, M.A.; Villamil, J. (coord.). *Aceites de oliva: de la planta al consumidor*. Vol.2. Montevideo : INIA; Hemisferio Sur. p.123-140
- COI - Consejo Oleícola Internacional. 2011. Trade standard applying to olive oils and olive-pomace oils. COI/T.15/NC No 3/Rev. 6. November 2011. 19 p.
- Kiristaskis, A. 1992. *El aceite de Oliva*. A Madrid Vicente, Ediciones Madrid
- Rondanini D. , Castro D. , Searles P., Rousseaux C., 2014. Contrasting patterns of fatty acid composition and oil accumulation during fruit growth in several olive varieties and locations in a non-mediterranean región. *European Journal of Agronomy* 237-246