



PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA EN EL SUDOESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Federico Hollender

DOCENTE TUTOR: Dra. Liliana Suñer

DOCENTE CONSEJERO 1: Mg. Ing. Agr. Gabriela Minoldo

DOCENTE CONSEJERO 2: Mg. Ing. Agr. Leandro Goñi

Diciembre 2023

**Departamento de Agronomía
Universidad Nacional del Sur**

AGRADECIMIENTOS

Durante el desarrollo de este trabajo, muchas personas me ayudaron de distintas maneras para que se pueda llevar a cabo, por eso, quiero agradecer:

A la Dra. Liliana Suñer, mi docente tutor que me guió y asesoró durante todo el trabajo de forma constante e incondicional para hacerlo de la mejor forma posible.

A los docentes consejeros Mg. Ing. Agr. Gabriela Minoldo y Mg. Ing. Agr. Leandro Goñi, que corrigieron el trabajo y ayudaron a perfeccionarlo con sus conocimientos y experiencia en la materia.

A mi familia, por su apoyo incansable hacia mi como persona y como estudiante, acompañándome en toda la carrera y en esta etapa de mi vida.

A la Universidad Nacional del Sur, por darme la posibilidad de estudiar Agronomía y poder dedicarme a esta profesión.

Y por último al departamento de Agronomía de la UNS, por brindarme sus instalaciones para llevar adelante la tesis, particularmente a Luciano Rodríguez y a Ramiro García del Laboratorio de Olivicultura y Elaiotecnia por su colaboración en las determinaciones.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 HISTORIA.....	5
1.2 PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA EN EL MUNDO.....	5
1.3 OLIVICULTURA EN ARGENTINA.....	6
1.4 OLIVICULTURA EN EL SUDOESTE BONAERENSE	7
1.5 INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL OLIVO.....	10
1.6 CARACTERÍSTICAS DEL OLIVO.....	12
2. OBJETIVOS.....	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1 SITIO EXPERIMENTAL.....	17
3.2 DETERMINACIONES ANALÍTICAS.....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
5. CONCLUSIÓN.....	35
6. BIBLIOGRAFÍA.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Latitudes del mundo consideradas aptas para el cultivo del olivo.....	11
Figura 2. Finca Don Nicolas. Partido de Coronel Dorrego, Pcia de Buenos Aires.....	18
Figura 3. Plantación de olivos (<i>Olea europaea L.</i>), variedad arbequina. Finca Don Nicolás. Coronel Dorrego, Pcia de Buenos Aires.	18
Figuras 4 a, b, c y d. Equipo Abencor (mini almazara) para el procesamiento de muestras de aceitunas y obtención de aceite a pequeña escala; Molino a martillo MM-100 (a y b), Termobatidora TB-100 (c), Centrifugador CF-100 (d).	20
Figura 5. Muestras de aceitunas listas para su análisis.....	21
Figura 6. Muestras de aceitunas preparadas para el análisis de índice de madurez.....	27
Figura 7. Rendimiento graso (%) de variedades de <i>Olea europaea L.</i> (arbequina, arbosana y coratina) en tres momentos de cosecha, promedio de los años 2022 y 2023.	28
Figura 8. Contenido graso (%) de tres variedades de <i>Olea europaea L.</i> (arbequina, arbosana y coratina) en tres momentos de cosecha, promedio de los años 2022 y 2023.....	29
Figura 9. Perfil de ácidos grasos de las muestras analizadas para las tres variedades de <i>Olea europaea L.</i> (arbequina, arbosana y coratina).	30
Figuras 10 a y b. Índice de acidez de tres variedades de <i>Olea europaea L.</i> (Arbequina, Arbosana y Coratina) en diferentes momentos de muestreo y en dos años: a) 2022 y b) 2023.....	31
Figura 11. Índice de peróxidos de tres variedades de <i>Olea europaea L.</i> (arbequina, arbosana y coratina) en diferentes momentos de muestreo y en dos años: a) 2022 b) 2023.....	32
Figura 12. Índice K270 de tres variedades de <i>Olea europaea L.</i> (arbequina, arbosana y coratina) en diferentes momentos de muestreo y en dos años: a) 2022 b) 2023.....	33
Figura 13. Polifenoles totales de tres variedades de <i>Olea europaea L.</i> (arbequina, arbosana y coratina) en diferentes momentos de muestreo del año 2023.....	34

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Historia

El olivo (*Olea europaea L.*) fue una de las primeras plantas domesticadas y cultivadas por el hombre. Se estima que desde hace ya 100000 años el hombre consumía aceitunas de los olivos silvestres (acebuches) en la región mediterránea, y que comenzó a cultivarlo hace alrededor de 7000 años (Boskou, D.,1996).

El origen del olivo silvestre se sitúa en Asia Menor, región donde crece en abundancia y forma espesos bosques. Parece haberse extendido desde Siria hasta Grecia, a través de Anatolia (De Candolle, 1883), aunque otras hipótesis sitúan su origen en el Bajo Egipto, en Nubia, en Etiopía, en la cordillera del Atlas o en determinadas regiones de Europa (COI).

1.2 Producción de aceite de oliva en el mundo

El aceite de oliva representa el 7 % de la producción mundial de aceites vegetales con 3 millones de toneladas anuales. La principal zona productora en la actualidad es la cuenca mediterránea, con cerca del 85 % de la producción mundial, siendo España responsable de alrededor del 45% del total mundial, seguido por Italia, Grecia, Túnez, Turquía, Marruecos, Portugal, Siria y Argelia respectivamente (Aguilera y Ortega, 2023). Fuera del mediterráneo siguen Argentina, Chile, Australia, Estados Unidos y China. Cabe mencionar que estos países son los que han obtenido mayor crecimiento en su producción en los últimos años, mostrando además gran potencial. Sin embargo, en el último año, debido a la sequía generalizada en Europa, y principalmente en España, la producción mundial disminuyó alrededor de un 50% (FAOSTAT, 2023).

Pese a que un 70% de la superficie mundial permanece bajo sistemas de producción tradicional, los datos dan cuenta de que la olivicultura intensiva avanza a paso firme: anualmente se plantan alrededor de 150000 hectáreas de olivos, de las cuales más del 80% corresponde a olivares modernos (CONSULAI & Vilar, 2019). Los datos están en línea con la evolución de la

superficie mundial, que se incrementó en 2,2 millones de hectáreas en el período 2000-2019, lo que significó una suba promedio por año de 117314 hectáreas.

El factor que impulsa la reconversión es generalizado y se asocia a la crisis que atraviesa el modelo de producción tradicional. Un estudio de costos realizado por el Consejo Oleícola Internacional (COI) en 2015 reveló que el costo medio mundial de producir un kilogramo de aceite bajo el esquema tradicional puede alcanzar los € 3,44 (equivalentes a USD 3,8) en aquellas producciones que se realizan en superficies de pendiente moderada y bajo sistemas de riego. Considerando que el precio FOB del aceite de oliva ese año fue de USD 4 por kilogramo de aceite, los márgenes de producción resultan muy acotados e incluso negativos. No sucede lo mismo en la olivicultura moderna, cuyos costos bajan sensiblemente a € 2,1 (equivalentes a USD 2,3) en aquellas producciones superintensivas y bajo riego, lo que permite importantes márgenes de rentabilidad.

1.3 Olivicultura en Argentina

El olivo fue introducido en el continente americano alrededor del siglo XVI por los colonizadores europeos. Recién en el siglo XIX Argentina experimentó un aumento exponencial de la superficie cultivada de olivos. (Gómez del Campo et al., 2010) y para la década del '60 había en Argentina 50000 hectáreas implantadas. A partir de 1970 comenzó una campaña de desprestigio del aceite de oliva, promovido por las grandes empresas multinacionales en favor de otros aceites vegetales como girasol y maíz. (Gómez del Campo et al., 2010). Como consecuencia grandes plantaciones de olivos se abandonaron y la cantidad de hectáreas dedicadas a este cultivo fue disminuyendo.

Para la década del '90 la superficie implantada con olivos mostró un nuevo crecimiento continuo debido al aumento de la rentabilidad de la producción oleícola, ayudado por un aumento de precio del aceite y las campañas de información sobre los beneficios del consumo de aceite de oliva para la salud humana. Las medidas de apoyo adoptadas por el gobierno argentino, destacando particularmente las Leyes de diferimientos impositivos para

emprendimientos industriales, agrícolas, ganaderos y turísticos”, junto con la “Ley de convertibilidad”, hicieron que se comenzara a cultivar olivos en nuevas regiones y desde entonces el sector ha estado en constante crecimiento (Gómez del Campo et al., 2010).

En Argentina no se tuvo una cultura olivarera hasta finales del siglo XIX, que es cuando se produjeron las grandes migraciones desde Europa, consecuencia del despoblamiento de los campos y el comienzo de la era industrial. Es entonces resultado de las costumbres alimenticias traídas de sus respectivos países, sobre todo de Italia, cuando se crea la necesidad de abastecimiento del mercado de aceite de oliva, el cual hasta ese entonces era importado desde España principalmente (Marginet Campos J., 1999).

En el mundo, la actividad olivícola está en plena transformación y Argentina tiene un amplio potencial para acoplarse a la “nueva olivicultura mundial” e incrementar así sus exportaciones en volumen y calidad. Actualmente el sector genera en el país un superávit comercial de USD 160 millones (promedio 2015-2020) por exportaciones de aceitunas en conserva y aceite de oliva; sin embargo, la evolución registra una tendencia descendente desde 2008 por problemas productivos (caída de la producción) y competitividad (baja rentabilidad). Este escenario se inscribe en un contexto mundial de importantes transformaciones productivas. La actividad está atravesando desde mitad del siglo pasado un proceso de reconversión que todavía no se ha completado y que se vincula con un nuevo modelo de alta productividad y eficiencia: la denominada olivicultura intensiva y superintensiva en todas las regiones. Se trata del establecimiento de explotaciones modernas con mayor densidad de plantas por hectárea, en superficies de regadío y bajo un sistema totalmente mecanizado de la producción primaria que ha mostrado hasta el momento resultados favorables desde su implementación a finales de los años 90. La superficie implantada pasó de 30000 a casi 80000 hectáreas en los últimos 30 años (Trentacoste, 2023).

1.4 Olivicultura en el sudoeste bonaerense

La producción nacional de aceite de oliva ha crecido notablemente en los últimos años y aún continúa en la actualidad. Tal situación, ha llevado a una ampliación de la distribución territorial de olivares en el país, un aumento de la superficie cultivada, la intensificación de los montes, la reconversión varietal, (que implica la adopción de variedades adaptados a al sistema superintensivo) y la instalación de un gran número de plantas elaboradoras de aceite. Actualmente, Argentina es el principal productor y exportador de aceite de oliva de América del Sur y el décimo a nivel mundial. Las principales provincias productoras son Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza y Córdoba, concentrándose en ellas más del 95% de la producción total del país, con más de 75000 hectáreas implantadas con olivos (Lavagna 2018).

La región sudoeste de la provincia de Buenos Aires (SOB) está integrada por las zonas pampeana semiárida, árida y subhúmeda- seca, con 6500000 ha, dividida en 12 partidos. Su productividad agropecuaria es inferior a la del resto de la zona pampeana, consecuencia de las condiciones agroecológicas imperantes (Picardi et al., 2014). Dicha región, es ecológicamente apta para el cultivo del olivo y conforme estudios de "huella ecológica", este cultivo colabora para frenar el avance de la desertificación regional (Elías & Barbero, 2017). La región, cuenta con ventajas competitivas derivadas de la cercanía al puerto de mayor calado del país (puerto de Ingeniero White), de un adecuado sistema de transporte y de la provisión de servicios conexos necesarios para la comercialización y desarrollo general de la actividad (Cincunegui et al., 2019).

En 2016, se registraron 48 establecimientos agropecuarios con 2598 ha de olivos implantados, principalmente de la variedad "arbequina", en los Partidos de Bahía Blanca, Carmen de Patagones, Coronel Dorrego, Coronel Rosales, Puan, Saavedra, Tres Arroyos y Villarino y en los Partidos de Necochea y de San

Cayetano (que si bien son extra región, procesan el aceite de oliva en las aceiteras/almazaras del SOB). En esta región, la producción promedio de aceite de oliva fue de 1000000 L en 2016 (Lev, 2016), concentrándose el 48% (85,50% de la superficie) en el Partido de Cnel. Dorrego. Allí, las primeras plantaciones de olivo se establecieron en 1940, mientras que la actividad aceitera comenzó a fortalecerse hacia fines de 1990 por la promoción industrial, los aranceles a la importación y el aumento de los precios internacionales (González et al., 2016). En este período, se montaron plantas de extracción de aceite con destino al mercado interno y a la exportación. Este auge de la actividad olivícola, motivó a olivicultores a agruparse en la Cámara "Sur Oliva" y en el grupo "Cambio Rural" (Programa Nacional de Reconversión Productiva de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación Argentina), con el asesoramiento de la Chacra Experimental Integrada Barrow. Esto fue posible debido al convenio del Ministerio de Asuntos Agrarios (MAA)- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) para promover el desarrollo de la olivicultura a nivel regional (Elisei et al., 2007). Por su parte, el MAA ha incluido a la olivicultura como un subprograma dentro del Plan de Desarrollo del Sudoeste Bonaerense, el cual cuenta con el marco legal de la ley provincial 13647, aprobada por la Legislatura bonaerense.

Actualmente en toda la provincia de Buenos Aires hay aproximadamente 3000 has (Buenos Aires turismo, 2022), la mayoría en sistema tradicional de baja densidad, plantadas hace más de 50 años. En los últimos años todas las plantaciones nuevas han sido en sistema superintensivo. Las principales variedades de la zona son arbequina, coratina, arbosana y picual.

Desde hace muchos años los trabajos de investigación han demostrado que la zona es realmente propicia para el cultivo del olivo, por aspectos climáticos principalmente (Papadakis, 1966).

Como la región del SOB posee condiciones de suelo y clima muy diferentes a las que presentan las provincias productoras del Noroeste argentino, existe interés de los productores en desarrollar técnicas de manejo adecuadas a esas

condiciones. Dicho interés también incluye la selección de las plantaciones existentes, y de las variedades o ejemplares mejor adaptados a fin de implementar su propagación para futuras plantaciones (Elisei et al., 2007). El aceite producido en la zona se distingue por un contenido de ácido oleico con valores mayores al 70%, ampliamente superior a la media porcentual nacional. Si a este dato se suman sus bajos niveles de campesterol y de acidez libre, el aceite extra virgen del sur bonaerense se ubica químicamente entre los mejores a nivel nacional, habiendo recibido varios reconocimientos nacionales e internacionales por su alta calidad (Cincunegui et al., 2019). Esto responde a características como el tipo de suelo, la cercanía al mar, inviernos fríos y una amplitud térmica que favorecen la maduración lenta del fruto, altos índices de fenoles y una mayor proporción de ácido oleico. Estos factores influyen definitivamente en el perfil aromático y químico de los aceites. Esta calidad diferenciada, cumple con los estándares organolépticos/sensoriales y químicos establecidos por el Consejo Oleícola Internacional (COI). Esto podría generar una fuerte caracterización de los aceites del sur de la provincia de Buenos Aires, que daría pie para una futura denominación de origen (Cincunegui et al., 2019).

1.5 Influencia del clima en el olivo

El olivo proviene de un clima mediterráneo, el cual, a grandes rasgos, se caracteriza por presentar dos estaciones: una fría y húmeda, en la que la especie logra el receso o dormancia invernal, y otra calurosa y seca, que es cuando se produce la fructificación. En ese clima, durante la estación invernal se produce la acumulación de frío indispensable para que el olivo salga de la dormancia y alcance una floración uniforme, definiéndose la temperatura umbral de 12,5°C, bajo la cual se produce la acumulación de frío u horas frío (HF).

De acuerdo a la experiencia de los países mediterráneos, las temperaturas de verano adecuadas para la fructificación no debieran superar los 35°C ni ser inferiores a 25°C, requiriendo una acumulación térmica para alcanzar un buen

contenido de grasa o de azúcares en los frutos, ya sea para la extracción de aceite o la elaboración de aceitunas de mesa. Aunque el olivo es capaz de soportar altas temperaturas estivales del orden de los 40°C sin sufrir quemaduras, su actividad se detiene cuando éstas superan los 35°C (Civantos, L. 1996). La Figura 1 detalla las latitudes aptas para el cultivo del olivo.



Figura 1. Latitudes del mundo consideradas aptas para el cultivo del olivo

Particularmente, el clima de la zona del partido de Coronel Dorrego clasifica como templado, subhúmedo seco a subhúmedo húmedo con marcada influencia marítima. La temperatura media anual es de 14°C, con una manifiesta oscilación entre los valores máximos (41,5°C en los meses de verano) y mínimos (-7°C en los meses de invierno). Las noches frescas en el verano típicas del SOB, cuando ocurre la lipogénesis, son claves para obtener un buen porcentaje de materia grasa en el fruto cuando es cosechado.

La precipitación total anual para la serie histórica 1893-2003 evidencia una marcada alternancia de años secos y húmedos con respecto al valor medio anual de 669 mm.

1.6 Características del Olivo

Olea europaea L., llamado comúnmente **olivo**, es un árbol pequeño perennifolio, longevo, que puede alcanzar hasta 15 m de altura, con copa ancha y tronco grueso, de aspecto retorcido. Su corteza es finamente fisurada, de color gris o plateado. Tiene las hojas opuestas, de 2 a 8 cm de largo, lanceoladas, más o menos sésiles o con un pecíolo muy corto.

Su período de floración sucede entre mayo y julio en el hemisferio norte, y entre noviembre y enero en el hemisferio sur, mientras que su periodo de fructificación ocurre entre septiembre y diciembre en el hemisferio norte, y entre marzo y junio en el hemisferio sur.

Es sensible a las heladas, si bien puede soportar temperaturas hasta -10 °C, aunque la resistencia al frío es una característica varietal. Las altas temperaturas son perjudiciales, sobre todo durante el periodo de floración. Aunque se encuentran olivos en muy variadas zonas, parece desarrollarse mejor en áreas con una pluviometría comprendida entre los 600-800 mm/año.

Un fenómeno bastante común que ocurre en algunas variedades de olivos es el denominado “vecería”, que consiste en que tras un año de abundante cosecha de aceituna se sucede otro en el que la cosecha es pequeña, sin que pueda pensarse que este fenómeno se producirá necesariamente de forma bienal. Al no conocerse bien las causas que lo producen, no se conocen estrategias claras de control. El crecimiento de los frutos en el olivo se desarrolla durante un periodo prolongado (aproximadamente 8 meses), y se sabe que los frutos en desarrollo a través de sus hormonas y las sustancias que intervienen en su crecimiento actúan como inhibidores de la diferenciación de las yemas que brotarán en la siguiente estación de crecimiento, por lo que muchas de ellas permanecen siendo yemas de madera, que darán origen a un brote vegetativo, en lugar de inducir y diferenciarse a yemas florales; por lo tanto, disminuye la floración ese año.

La lipogénesis es un proceso químico natural a través del cual se sintetizan los ácidos grasos en el interior de la aceituna, generando triglicéridos o grasas de reserva a partir de moléculas de acetil coenzima A.

Se desarrolla durante varios meses y, a lo largo de ese tiempo, los frutos van modificando tanto su composición, como su color. Aunque las fechas varían en función de la zona y la climatología, la lipogénesis se inicia alrededor del mes de enero, cuando comienza la formación de lípidos en la pulpa y el fruto muestra un color verde intenso. Durante el verano, principalmente en los meses de febrero y marzo, se acelera la síntesis de aceite, hasta alcanzar su máximo hacia los últimos días de dicho mes.

Es entonces cuando comienza el envero, momento en que el pigmento de la piel de la aceituna cambia su tonalidad hacia un verde más amarillento, señal de que da comienzo el proceso de maduración. A partir de entonces, aunque se siguen generando grasas en el interior de la oliva, el ritmo va descendiendo hasta detenerse alrededor de la segunda quincena de mayo y el comienzo del mes de junio. Al mismo tiempo, el color de la aceituna también cambia progresivamente, adoptando poco a poco coloraciones rojizas y violáceas.

Es claro que el momento óptimo de la recolección de la aceituna para la obtención de aceite está inevitablemente unido al proceso de lipogénesis, al influir este directamente en las características de los frutos.

Lo recomendable para obtener un aceite de oliva virgen extra de calidad es que la recolección sea temprana, es decir, justo al inicio del envero, cuando la aceituna es aún de color verde y no ha madurado.

El principal motivo es que el fruto no ha sufrido deterioros, conservando todos sus atributos y concentrando un mayor porcentaje de antioxidantes y polifenoles. Aunque el rendimiento de la aceituna es menor, ya que se obtiene menor cantidad de aceite que con olivas maduras, el resultado de elegir el momento óptimo de la recolección de la aceituna es un producto de calidad superior y de gran riqueza organoléptica. (Nelson & Cox, 2018).

Factores que influyen en la calidad del aceite de oliva

Factores genéticos

Constituyen el principal factor determinante del perfil de compuestos volátiles y fenólicos de un aceite de oliva virgen. La variedad de aceituna de la que procede, el contenido enzimático de un fruto, responsable tanto de la formación de sustancias volátiles durante su molturación como de la acumulación previa y posterior transformación de los metabolitos fenólicos de la aceituna, está determinado genéticamente (Rosetti, 2016 y Nelson & Cox, 2018).

Factores agronómicos

El medio agrológico influye en la fracción insaponificable (sustancias que aportan al aceite color, olor, sabor y propiedades beneficiosas para la salud), lo que se traduce en aceites de diferentes caracteres sensoriales. Terrenos pobres, de olivares poco productivos, están reconocidos por producir comparativamente aceites más aromáticos que los de suelos fértiles y de alta producción.

De la misma forma, olivares situados en altitudes o terrenos geográfica o topográficamente desfavorables para el olivar pueden sufrir daños por heladas cuando la aceituna está verde – final de otoño –; situación ésta que incluso puede paralizar su maduración. También puede modificar parámetros como el K270 y el Índice de peróxidos, además de influir en la composición de sus ácidos grasos: mayor proporción de palmítico y menor porcentaje de oleico y linoleico. (Nelson y Cox, 2018).

Madurez de los frutos

El proceso de desarrollo y maduración del fruto es resultado de una combinación de sucesos bioquímicos y fisiológicos que tienen lugar bajo un estricto control genético, pero con influencia de factores medioambientales, edad del olivo o estado nutricional del árbol (Connor & Fereres, 2005). La madurez de los frutos al momento de la cosecha influye en la calidad

organoléptica y en las propiedades del aceite de oliva virgen. Los aceites de máxima calidad, se obtienen si se cosechan frutos con óptimo índice de madurez (Jiménez Herrera et al., 2012). El estado de madurez de la aceituna es uno de los factores más importantes asociados a la calidad sensorial del aceite de oliva virgen (Youssef et al., 2010). Aparte de los conocidos efectos de la maduración de la aceituna sobre rendimiento graso, deterioro del fruto, color, etc., el factor maduración debe ser un criterio prioritario para definir la calidad organoléptica del aceite. En función de ese estado, la composición química (triglicéridos y compuestos minoritarios) del aceite elaborado sufre alteraciones que, según la época de recolección del fruto, superan a las producidas por el factor variedad (Sánchez Casas et al., 2006). Numerosas evidencias experimentales apoyan la existencia de una relación inversa entre maduración del fruto y contenido de polifenoles y compuestos volátiles (Bonoli et al., 2004; Rotondi et al., 2004; Gómez Rico et al., 2006 y Youssef et al., 2010), los cuales determinan el característico sabor y aroma del aceite de oliva virgen. Durante el proceso de maduración, el peso, la relación pulpa-carozo, el color, el contenido de aceite, la composición química del mismo y la actividad enzimática cambian dramáticamente en los frutos. Todos estos parámetros, influyen en la firmeza de los frutos, la facilidad en la extracción del aceite y características sensoriales (Bouaziz et al., 2004 y Menz y Vriesekoop, 2010). Generalmente, mientras la fruta madura, el aceite se convierte en **menos estable** debido al incremento de ácidos grasos poliinsaturados y la disminución en el contenido de polifenoles (Ayton et al., 2007; Morello et al., 2004 y Rotondi et al., 2004). Estos cambios son de gran importancia comercial porque determinan las características sensoriales del aceite, así como su tiempo de almacenamiento. Frutos cosechados tempranamente producen aceite con alto contenido de polifenoles que contribuyen al nivel de amargor y picor. El aceite es relativamente más estable por el efecto antioxidante de los polifenoles (Diraman y Dibeklioglu, 2009). Sin embargo, cosechar muy temprano dará aceites que son organolépticamente inaceptables debido a una excesiva concentración de polifenoles. El rendimiento de aceite es sumamente importante para el productor y debe ser considerado juntamente con los índices de calidad para

definir el momento de cosecha. Está documentado que el porcentaje de aceite aumenta significativamente desde el inicio de la madurez de los frutos (Lavee y Wodner, 2004). El contenido de aceite, se incrementó mientras aumentaba el índice de madurez; alcanzando un máximo a un nivel medio de madurez y luego decreciendo (Rondanini et al. 2014). La acidez libre aumentó mientras progresaba la maduración y se encontró un aumento en la actividad enzimática, especialmente por enzimas lipolíticas; y una mayor sensibilidad a las infecciones causadas por patógenos y daño mecánico (Rondanini et al 2014). Además, la baja acidez libre se debió a frutos sanos y a su rápido procesamiento y quedó evidenciado que, con estados avanzados de madurez, los valores de peróxidos resultaron ser más bajos en los aceites obtenidos (Matos et al., 2007). En general, mientras los frutos maduran, el aceite se vuelve menos estable debido al descenso en el contenido de polifenoles, incrementándose los poliinsaturados (principalmente ácido linoleico) y descendiendo el contenido de clorofila (Ayton et. al, 2007). Esta última, contribuye a la estabilidad del aceite cuando se encuentra en frutos todavía no cosechados. Es vista como una característica estética positiva del aceite de oliva, proveyéndoles el color verde al aceite, aunque el efecto pro-oxidante sea un atributo negativo (Ayton et. al, 2007).

El estado de madurez de la aceituna es uno de los factores más importantes asociados a la calidad sensorial del aceite de oliva virgen (Youssef et al., 2010). Aparte de los conocidos efectos de la maduración de la aceituna sobre rendimiento graso, deterioro del fruto, color, etc., el factor maduración debe ser un criterio prioritario para definir la calidad organoléptica del aceite. En función de ese estado, la composición química (triglicéridos y compuestos minoritarios) del aceite elaborado sufre alteraciones que, según la época de recolección del fruto, superan a las producidas por el factor variedad (Sánchez Casas et al., 2006).

Numerosas evidencias experimentales apoyan la existencia de una relación inversa entre maduración del fruto y contenido de polifenoles y compuestos volátiles (Bonoli et al., 2004; Rotondi et al., 2004; Gómez Rico et al., 2006; Yousseff et al., 2010 y Martínez Nieto et al., 2010), los cuales determinan el

característico sabor y aroma del aceite de oliva virgen. Durante el proceso de maduración, el peso, la relación pulpa-carozo, el color, el contenido de aceite, la composición química del mismo y la actividad enzimática cambian dramáticamente en los frutos. Por otra parte, determinar el momento de cosecha de las aceitunas es esencial ya que permitiría a los productores planificar el momento en que será necesario emplear mano de obra y maquinarias para la cosecha y dimensionar las instalaciones para almacenar y procesar lo cosechado.

Proceso industrial

Factores de cosecha, postcosecha y tecnológicos, como transporte, almacenamiento, lavado, molienda, batido, etc., inciden directamente en las características organolépticas y en la composición química de los aceites obtenidos (Jiménez y Carpio, 2008). Debe “mantenerse” la fruta intacta durante la logística hasta que se extraiga el aceite, para no alterar los parámetros organolépticos.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del aceite de oliva de tres variedades de aceituna en diferentes momentos de cosecha.

3. MATERIALES y MÉTODOS

Sitio experimental

El muestreo se realizó en olivos pertenecientes a la Finca Don Nicolas, ubicada sobre la calle camino a la estación Gil, que sale del km 570 de la ruta 3. Se encuentra en el partido de Coronel Dorrego, a 25 km de la ciudad cabecera y a 12 km de El Perdido (Figuras 2 y 3). Según el mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires la zona de estudio se encuentra en el dominio edáfico N° 12. Allí, donde predominan los suelos de tipo Argiustol típico, somero. El dominio está cubierto, mayormente, por un manto de loess que varía de los 70 cm a los

120 cm de espesor, y se encuentra depositado sobre una potente costra calcárea. En el sudoeste, predomina un material arenoso de mayor espesor. En los años de muestreo las precipitaciones del sitio ascendieron a 280 mm cada año, encontrándose muy por debajo de la media histórica.

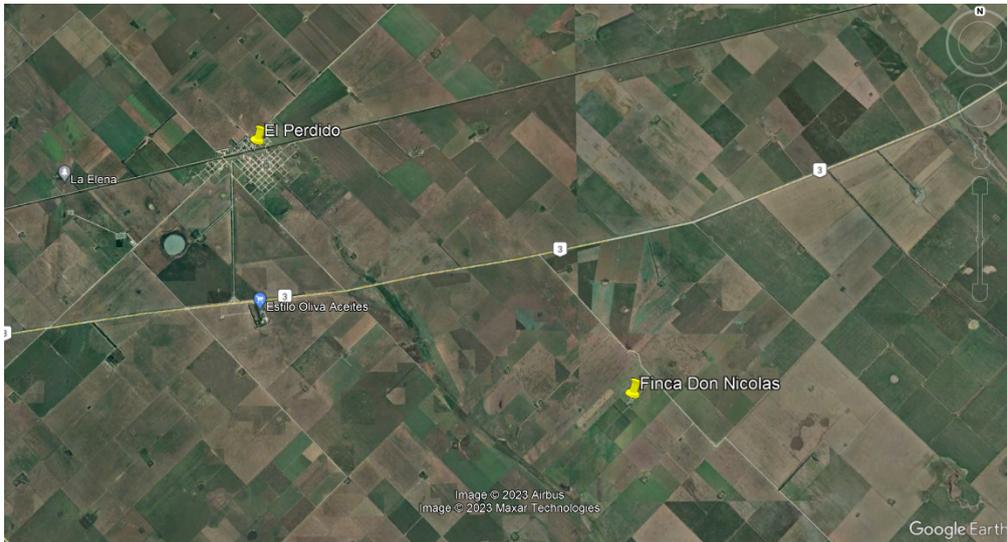


Figura 2. Finca Don Nicolás. Partido de Coronel Dorrego, Pcia de Buenos Aires



Figura 3. Plantación de olivos (*Olea europaea* L), variedad arbequina. Finca Don Nicolás. Coronel Dorrego, Pcia de Buenos Aires.

Muestreo de aceitunas

Las muestras de aceitunas se tomaron en tres fechas distintas en 2022 (21 de abril, 19 de mayo y 20 de junio) y en dos fechas en 2023 (19 de abril y 26 de mayo) y corresponden a tres variedades (Arbequina, Coratina y Arbosana). Se tomaron 3 repeticiones de cada muestra.

Las plantas analizadas corresponden a una plantación en sistema superintensivo en espaldera, de 3 a 5 años de edad.

Momento de cosecha

Para la recolección de frutos se seleccionaron tres plantas por variedad. La misma se realizó cada 30 días, tomando una muestra de 200 frutos al azar, de marzo a mayo inclusive. Se eligieron estas fechas ya que representan prácticamente la totalidad del período de cosecha regional. Se usaron los frutos para determinar el índice de cosecha (IC), peso del fruto, materia seca y materia grasa. La cosecha restante se utilizó para la extracción de aceite, obteniéndose las muestras para la determinación de su composición química.

Extracción de aceite

El procesamiento de las muestras para obtener el aceite se realizó con un equipo Abencor (mini almazara). El mismo consta de un molino a martillo, una amasadora de pasta de aceitunas molidas y una centrifugadora (Decanter) donde se obtiene el aceite que es recogido en una probeta junto con el agua de vegetación. Para cada muestra se utilizó 1 kg de aceitunas. El proceso involucra las fases de molienda, batido durante 45 minutos y extracción por centrifugación (Martínez Suárez et al., 1975). Las muestras se trituraron individualmente en un molinillo eléctrico (marca mc2, modelo MM-100) a una velocidad de 3000 rpm (revoluciones por minuto). De la pasta obtenida, una parte, llamada “pasta a secar”, se separó, se pesó y se llevó a estufa a 104 °C durante 24 h. Con el resto, denominado “pasta a procesar”, se pesaron aproximadamente 600 g y se colocó en una termobatidora (marca mc2, modelo

TB-100) donde se batió durante 30 min a 30 °C. Los primeros 20 min se batió en seco y luego se le colocó agua hasta llegar a una relación “pasta a procesar”:agua de 7:3. Terminados los 30 min del termobatido, la pasta se centrifugó a 3500 rpm durante 2 min (en centrifugadora marca mc2, modelo CF-100), el primer minuto de manera directa como resultó del termobatido, y el segundo minuto con un agregado de 100 ml de agua. Lo obtenido fue recolectado en una probeta graduada de 500 ml, donde se dejó decantar. El excedente, llamado “orujo”, al igual que la “pasta a secar” fue llevado a la estufa a 104°C por 24 h. Una vez decantada la pasta procesada, se evaluó la cantidad total de aceite obtenido por lectura en la probeta, representando este el “rendimiento graso” y expresado como porcentaje (Martínez Suárez et al. 1975).



Figuras 4 a, b, c y d. Equipo Abencor (mini almazara) para el procesamiento de muestras de aceitunas y obtención de aceite a pequeña escala; Molino a martillo MM-100 (a y b), Termobatidora TB-100 (c), Centrifugador CF-100 (d).

El contenido graso sobre materia seca se determinó por el método de Soxhlet, usado habitualmente como referencia (Aparicio et al. 2013)

Análisis en aceitunas

Índice de madurez

Este parámetro será determinado de acuerdo al método desarrollado en la Estación Agronómica de Jaén, España, en base a la evaluación del color de la piel y pulpa de las aceitunas, valorándose mediante una fórmula (Uceda y Hermoso, 1998).

Para su cálculo se toman 2 kg de aceitunas situadas a la altura del operador y en las cuatro orientaciones cardinales del árbol. Se homogeniza la muestra, se separan 100 frutos al azar y se clasifican en las siguientes categorías:

- Piel verde intenso (A)
- Piel verde amarillento (B)
- Piel verde con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto. Inicio del envero (C)
- Piel rojiza o morada en más de la mitad del fruto. Final de envero (D)
- Piel negra y pulpa blanca (E)
- Piel negra y pulpa morada sin llegar a la mitad de la pulpa (F)
- Piel negra y pulpa morada sin llegar al hueso (G)
- Piel negra y pulpa morada totalmente hasta el hueso (H)

(Uceda y Hermoso, 1998).



Figura 5. Muestras de aceitunas listas para su análisis.

Luego de determinar la cantidad de frutos en cada estado de la morfología del desarrollo de la muestra se sustituyeron los valores en la fórmula:

$$\text{Índice de Madurez [IM]} = (Ax0 + Bx1 + Cx2 + Dx3 + Ex4 + Fx5 + Gx6 + Hx7) / 100$$

Análisis en aceite

Las variables analizadas, para evaluar la calidad de los aceites obtenidos, según normas ISO (Organización Internacional de Normalización) y COI (Consejo Oleícola Internacional), fueron: índice de acidez, índice de peróxidos, absorbancia UV, polifenoles totales, perfil de ácidos grasos y contenido graso (Cimato,1990; Tous *et al.*, 1997).

- Índice de acidez

Esta técnica se basa en la determinación de los miligramos de hidróxido de sodio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en un volumen de muestra disuelta en solvente, de acuerdo al protocolo de la Norma ISO 660:1996 (UNIT 1048:99, Maestro Durán y Borja Padilla, 1990). Tiene por objeto la determinación de los ácidos grasos libres en el aceite de oliva.

El método consiste en la disolución de la muestra en una mezcla de disolventes y la valoración de los ácidos grasos libres mediante una solución etanólica de hidróxido potásico, utilizando fenolftaleína como indicador.

El resultado se expresa en % de ácido oleico.

Procedimiento:

De la muestra, previamente filtrada, se pesan, en un matraz erlenmeyer de 250 ml de capacidad, unos 5-10 grs de aceite, según el grado de acidez previsto con precisión de 0,01 gr. Se añaden 50 ml de solución alcohol-éter etílico, previamente neutralizada. Se agita, hasta conseguir la disolución de la grasa, se le añaden unas gotas de fenolftaleína al 1 % y se valora con

hidróxido potásico 0,1 N hasta que una sola gota produzca un viraje débil del indicador (coloración rosa deber permanecer unos segundos).

Cálculos:

Expresión de la acidez en porcentaje de ácido oleico:

$$\text{Grado de acidez (\% ácido oleico)} = \frac{(V \times N) + 282}{10 \times p}$$

Preparación de reactivos

Solución de KOH 0,1 N. 7g de KOH (P.A.) se disuelven en 200 mL de agua destilada. Se enrasa, con la misma agua hasta 1 L.

Se contrasta con ácido oxálico, 0,1 N. usando fenolftaleína como indicador.

Solución alcohol etílico-éter etílico (1:1). Se prepara mezclando partes iguales de alcohol y éter. Antes de su uso se neutraliza con KOH 0,1 N usando como indicador fenolftaleína.

Solución indicadora de fenolftaleína alcohólica al 1%. 1 g de fenolftaleína se disuelve hasta 100 mL de alcohol etílico.

- Índice de peróxidos (IP)

Este índice es una medida del deterioro oxidativo del aceite y se define como la cantidad de peróxidos, expresados como milimoles de oxígeno activo por kilogramo de aceite que oxida al yoduro de potasio bajo determinadas condiciones de trabajo. El iodo liberado de esta oxidación es titulado con una solución valorada de tiosulfato de sodio. Se tomó como referencia el protocolo de la norma ISO 960:2001.

Pesar un matraz de 250 mL de cierre esmerilado, con su tapón, previamente limpio y seco. Inmediatamente añadir de 1,2 a 2 g de aceite. Agregar 25 ml de mezcla cloroformo-ácido acético en la proporción de 10 partes de cloroformo y 15 de ácido acético. Agregar 1 mL de solución sobre saturada de yoduro potásico. Agitar durante un minuto, suavemente. Mantener durante 5 minutos en la oscuridad. Agregar 75 mL de agua destilada y agitar vigorosamente.

Valorar el yodo liberado con tiosulfato sódico (0,01 N) agitando en presencia de almidón. El viraje se reconoce cuando cambia el color de violeta al blanco "sucio". Después de cada adición de tiosulfato, debe agitarse con fuerza. Realizar una prueba blanco, agregando todos los reactivos de la misma manera, sin el aceite a evaluar.

Cálculos:

$$(V-V_0) * N * 1000$$

$$IP: = \frac{\quad}{P} \quad (\text{miliequivalentes de oxígeno activo por kg de aceite})$$

V= mL de tiosulfato gastados

V₀= mL de tiosulfato gastados en titulación del blanco

N= Normalidad del tiosulfato sódico

P= Peso en gramos de aceite

Preparación de los reactivos

Tiosulfato sódico 0,01 N. Pesar 2,48 g de tiosulfato sódico (S₂O₃Na₂·5 H₂O) y disolverlos en agua desionizada, completando hasta 1 L. Añadir 10 mg L⁻¹ de I₂Hg como conservador.

- Índice K270

Para este análisis se utilizó un espectrofotómetro UV-vis, midiendo la absorbancia del aceite disuelto en isooctano a las longitudes de onda de 270 nm. La medición de la absorbancia a estas longitudes de onda y el procedimiento de análisis se realizó de acuerdo a la norma COI/T.20/Doc. No.19 e indica la presencia en el aceite de compuestos de oxidación secundaria (distintos de los peróxidos); resultado de una inadecuada conservación del aceite, de modificaciones sufridas como consecuencia de procesos tecnológicos, de contaminantes o adulteraciones del aceite. Por lo tanto, la absorbancia UV mide la capacidad de enranciamiento de un aceite; siendo éste de mayor calidad cuanto menor sea el valor obtenido. Un valor elevado indicará más cantidad de sustancias que han sufrido oxidación (el aceite está más alterado).

- Polifenoles totales

Para esta determinación se realizó la extracción con una mezcla metanol: agua en una proporción 80:20 respectivamente. El agregado del reactivo de Folin-Ciocalteu permite el desarrollo de color. Sobre ésta última reacción se midió la absorbancia en un espectrofotómetro UV-vis a 760 nm. Los resultados se expresaron como mg de polifenoles (equivalentes a ácido gálico) por kilogramo de aceite. Se utilizó el protocolo del laboratorio de acuerdo a Maestro Durán *et al.* (1994).

-Perfil de ácidos grasos

Previo a este análisis los ácidos grasos serán derivatizados (trans-esterificación) formando ésteres volátiles de metanol en condiciones alcalinas. Luego se separarán de los diferentes ácidos grasos (AG) presentes en el aceite por cromatografía gaseosa con detección de ionización de llama

(FID), usando una columna semipolar. Se determinará la composición porcentual de 8 ácidos grasos (esteárico, oleico, araquidónico, palmítico, palmitoleico, linoleico, linolénico y behénico). Se tomó como referencia el protocolo de derivación de la norma COI/T. 20/Doc. Nro. 24 2001. El análisis cromatográfico se realizará de acuerdo a lo establecido por la norma ISO 5508.

Materia seca y materia grasa

La determinación del porcentaje de materia seca y materia grasa se realizó a partir de aceitunas recién cosechadas. Las frutas se trituraron obteniéndose una pasta homogénea. Se realizaron dos repeticiones por muestra. Para cada repetición se tomaron 20 g de pasta. Luego del secado, cada muestra se molió en mortero y se extrajo una porción de 8-10 gramos que será colocada en pequeños sobres de papel de filtro, previamente pesados, para la posterior extracción de su materia grasa en un equipo Soxhlet. Luego de la extracción se eliminarán los restos de solvente en estufa y se pesará la muestra sin contenido de agua y aceite. Los porcentajes de materia seca, y de materia grasa en bases seca y fresca se calcularán de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

- Porcentaje materia seca (%MS): $(\text{Peso seco} / \text{Peso fresco}) \times 100$
- Porcentaje materia grasa base seca (%MG bs): $(\text{Peso desgrasado} / \text{Peso sin desgrasar}) \times 100$
- Porcentaje materia grasa base fresca (%MG bf): $[(\% \text{ MG bs}) \times (\% \text{ MS})] / 100$

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron mediante Análisis de la Varianza (ANOVA) doble. En el caso de encontrarse diferencias significativas entre tratamientos, se realizaron comparaciones de medias poblacionales con la prueba de

diferencia mínima significativa (DMS), con probabilidad de error $p=0,05$ (Di Rienzo et al., 2010).

Para realizar dichos análisis se utilizó el paquete estadístico InfoStat versión 2010 (Se analizarán los datos obtenidos mediante distintas técnicas estadísticas que permitan establecer o no diferencias entre variedades en cada fecha y entre los distintos momentos de cosecha para establecer relaciones entre los diversos parámetros analizados y la estabilidad del aceite (InfoStat, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de madurez

Las muestras analizadas del año 2022 presentaron un índice de madurez de **0,51** en abril, **1,93** en mayo y **4,14** en junio. Las del año 2023 se correspondieron en con índice de madurez de **2,12** en abril y **3,25** en mayo.



Figura 6. Muestras de aceitunas preparadas para el análisis de índice de madurez.

Rendimiento y contenido graso

En las condiciones edafoclimáticas del sitio de muestreo, las tres variedades mostraron diferencias significativas entre las fechas de muestreo y entre variedades en una misma fecha para el rendimiento graso (Figura 7). Arbequina presentó un menor contenido graso en la primera fecha pero fue la que presentó el valor más alto en junio (tercera fecha de muestreo) de este parámetro. Arbosana presentó mayor diferencias entre la primera y segunda fechas de muestreo y la tercera. El rendimiento de la aceituna varió según la fecha de cosecha. Cuanto más tiempo se tardó en recoger las aceitunas, más maduras estuvieron y mayor fue su rendimiento. Esto se debió a que las aceitunas están compuestas de aceite y agua. Y cuando llegan a un momento exacto de maduración, esta deja de crear más aceite y empieza a perder agua. Por lo que el rendimiento es mayor cuando se pierden menos puntos porcentuales de aceite al quitar los restos sólidos. Cuánto más se retrase la recolección de fruta, mayor acidez tendrá el aceite y a su vez, más aceitunas se caerán al suelo (Uceda et al., 2008)

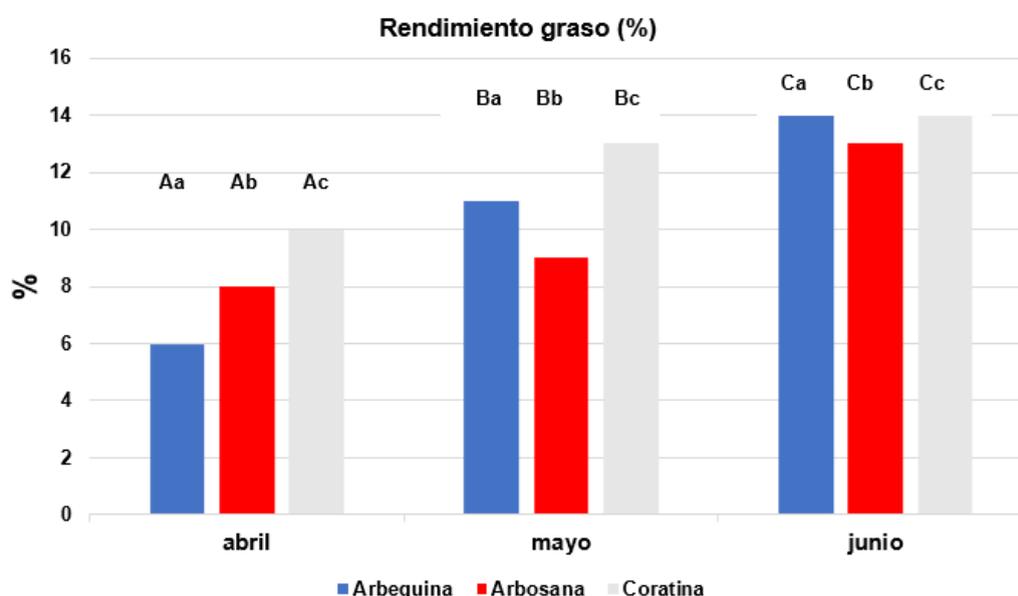


Figura 7. Rendimiento graso (%) de variedades de *Olea europaea L.* (arbequina, arbosana y coratina) en tres momentos de cosecha, promedio de los años 2022 y 2023. Letras mayúsculas indican diferencias significativas entre fechas de una misma variedad y letras minúsculas indican diferencias significativas entre variedades en una misma fecha ($p < 0,05$).

Se observó un aumento de la materia grasa a medida que se madura la fruta del olivo. La variedad arbosana fue la que presentó un mayor contenido graso sobre materia seca en todas las fechas de muestreo (Figura 8). Sin embargo, se puede constatar que el contenido graso es un parámetro que varió menos durante la campaña que el rendimiento graso, lo cual es compatible con que mientras que la humedad va descendiendo y la grasa total va aumentando, la grasa sobre muestra seca permanece constante a lo largo de la campaña.

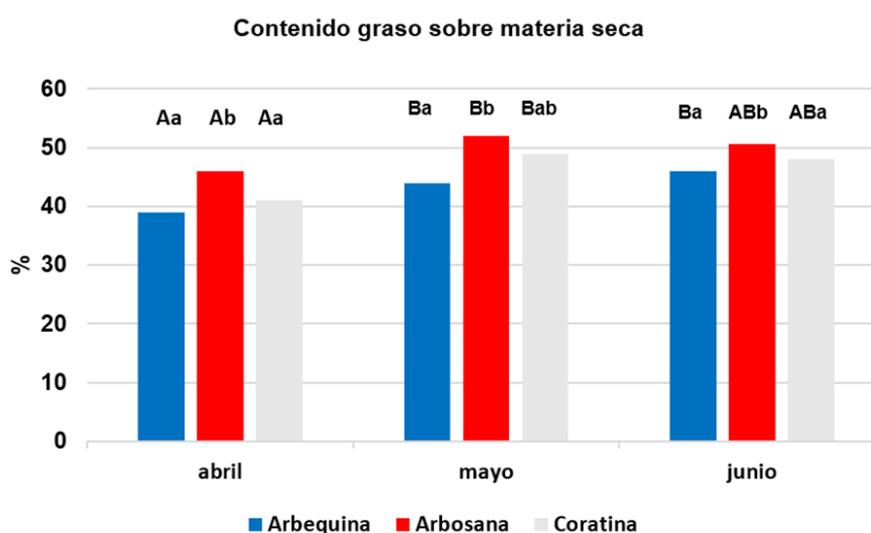


Figura 8. Contenido graso (%) de tres variedades de *Olea europaea L.* (arbequina, arbosana y coratina) en tres momentos de cosecha, promedio de los años 2022 y 2023. Letras mayúsculas indican diferencias significativas entre fechas de una misma variedad y letras minúsculas indican diferencias significativas entre variedades en una misma fecha ($p < 0,05$).

Por lo tanto, el rendimiento de la aceituna va aumentando conforme transcurre la campaña, pero los kg de aceite que se llevan a la almazara son los mismos. Es recomendable cosechar en una fecha más avanzada para obtener un mayor rendimiento de aceite, aunque simultáneamente hay que tener en cuenta el grado de acidez, ya que aumenta en fechas tardías. Se debe buscar un equilibrio entre ambos parámetros al momento de la toma de decisiones (Maestro Durán & Borja Padilla, 1990; Uceda et al., 2008).

Perfil de ácidos grasos

Los resultados evidencian diferencias significativas en sus proporciones de ácidos grasos (Figura 9), se destaca la mayor cantidad de ácido oleico en la variedad Coratina, que es generalmente el más valorado (Uceda et al. 2008).

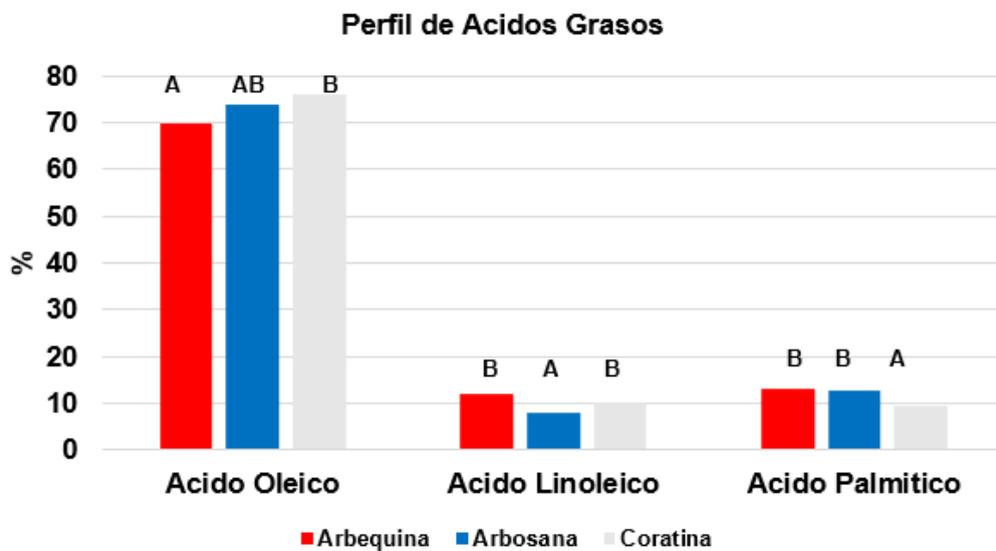
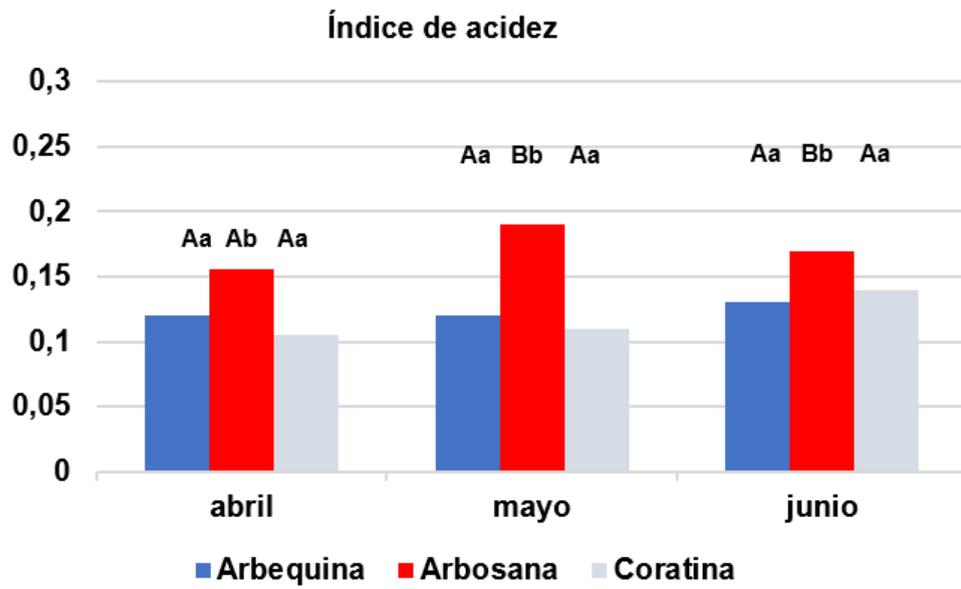


Figura 9. Perfil de ácidos grasos de las muestras analizadas para las tres variedades de *Olea europaea* L. (arbequina, arbosana y coratina). Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades para cada ácido graso ($p < 0,05$).

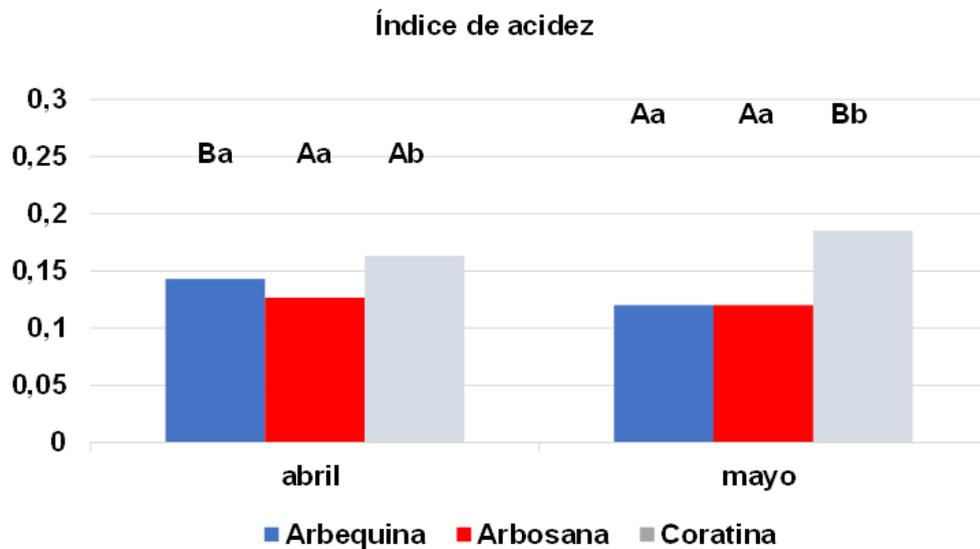
Índice de acidez

Se observan valores similares en las variedades arbequina y coratina, mientras que arbosana muestra un nivel significativamente mayor (Figura 10), aunque ninguna de las tres variedades superaron el 0,2 % en ninguna fecha ni en ninguno de los dos años. Esta diferencia podría deberse principalmente a diferencias genéticas de las especies, y su adaptación a la zona (Maestro Durán & Borja Padilla, 1990).

a)



b)

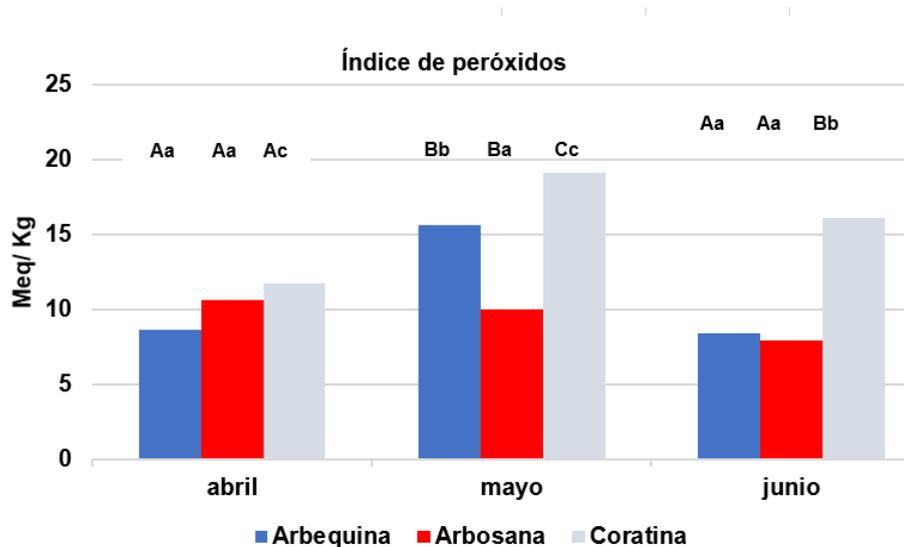


Figuras 10 a y b. Índice de acidez de tres variedades de *Olea europaea L.* (arbequina, arbosana y aoratina) en diferentes momentos de muestreo y en dos años: a) 2022 y b) 2023. En cada año, letras mayúsculas indican diferencias significativas entre fechas de una misma variedad y letras minúsculas indican diferencias significativas entre variedades en una misma fecha ($p < 0,05$).

Índice de peróxidos

En 2022 la variedad arbosana fue más estable en cuanto a la oxidación del aceite, ya que no presentó variaciones significativas entre las tres fechas de muestreo (Figura 11). Por otro lado, las tres variedades se comportaron de manera similar en cada fecha de muestreo. En todos los casos el valor se mantuvo dentro de los valores permitidos (<0,20).

a)



b)

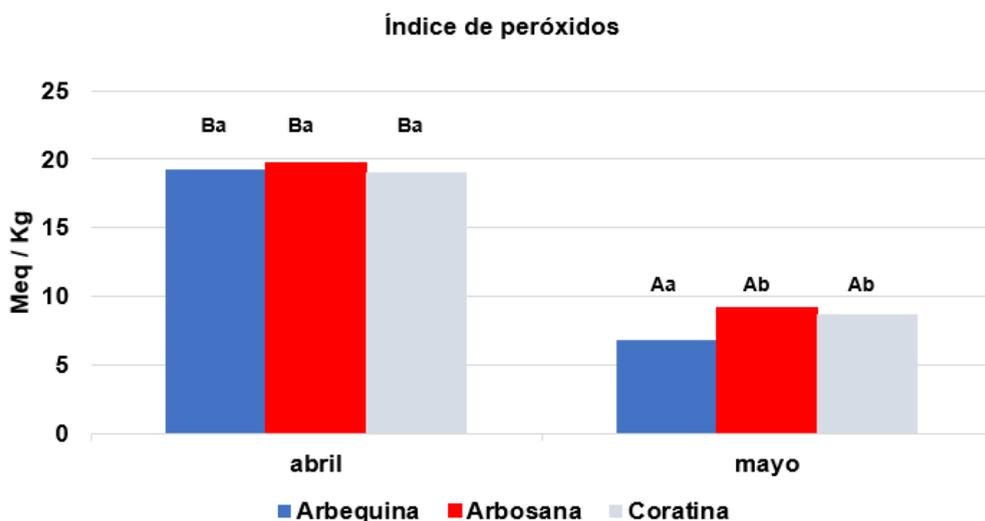
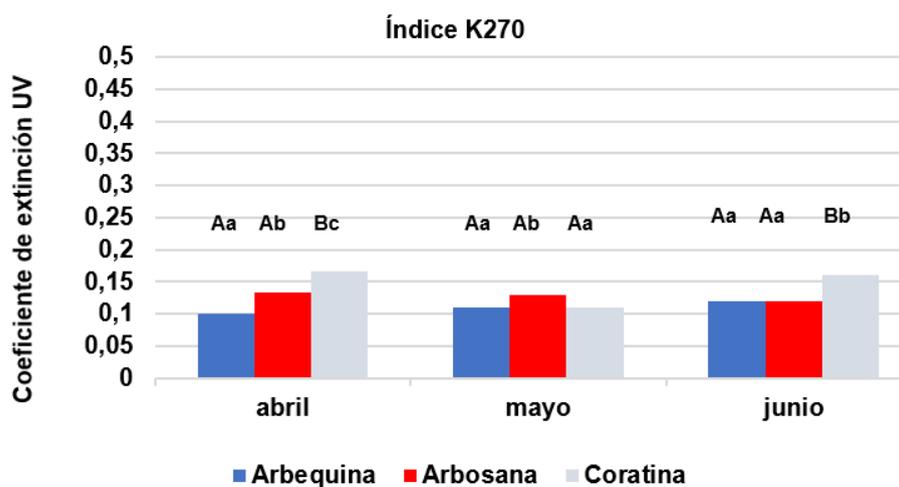


Figura 11. Índice de peróxidos de tres variedades de *Olea europaea* L. (arbequina, arbosana y coratina) en diferentes momentos de muestreo y en dos años: a) 2022 b) 2023. En cada año, letras mayúsculas indican diferencias significativas entre fechas de una misma variedad y letras minúsculas indican diferencias significativas entre variedades en una misma fecha ($p < 0,05$).

Índice K270

Si bien el análisis de k270 de las muestras realizadas presentan algunas diferencias significativas entre fechas y entre variedades todos los resultados obtenidos fueron inferiores al valor permitido (0,22). Lo que indicaría que el aceite analizado se encuentra en buen estado de conservación, sin modificaciones sufridas por los procesos tecnológicos, de contaminaciones o adulteraciones (Figura 12).

a)



b)

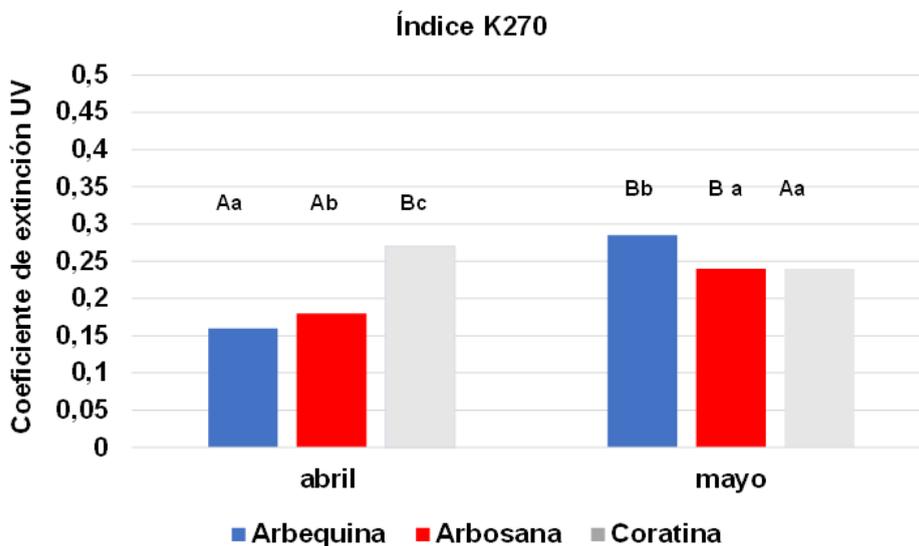


Figura 12. Índice K270 de tres variedades de *Olea europaea* L. (arbequina, arbosana y coratina) en diferentes momentos de muestreo y en dos años: a) 2022 b) 2023. En cada año, letras mayúsculas indican diferencias significativas entre fechas de una misma variedad y letras minúsculas indican diferencias significativas entre variedades en una misma fecha ($p < 0,05$).

Polifenoles totales

Teniendo en cuenta la fecha de muestreo, los valores de polifenoles fueron significativamente mayores en la primera fecha de muestreo, para las tres variedades. Por otro lado, se observó una mayor cantidad de polifenoles en la variedad arbosana, con respecto a coratina y arbequina, independientemente de la fecha de muestreo (Figura 13).

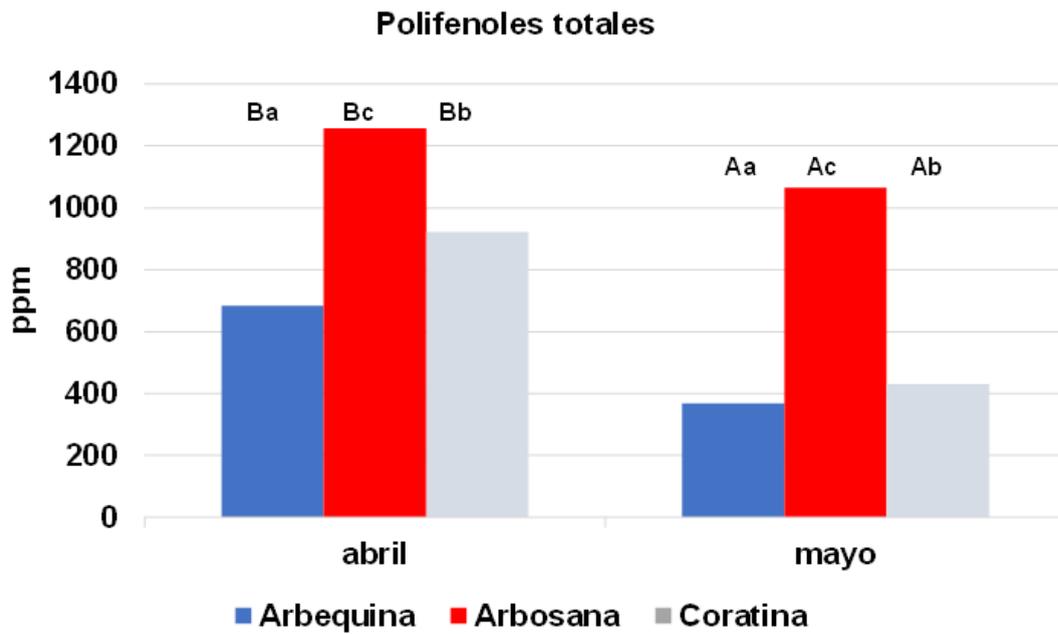


Figura 13. Polifenoles totales de tres variedades de *Olea europaea L.* (arbequina, arbosana y coratina) en diferentes momentos de muestreo del año 2023. Letras mayúsculas indican diferencias significativas entre fechas de una misma variedad y letras minúsculas indican diferencias significativas entre variedades en una misma fecha ($p < 0,05$).

CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta las condiciones edafoclimáticas del sitio del muestreo y el manejo del olivar, en función de los resultados obtenidos se concluye:

- El **índice de madurez**, parámetro directamente relacionado con el desarrollo de la fruta, debe tenerse en cuenta junto con la fecha de recolección. Este dato se correlaciona con el resto de los parámetros analizados.
- En cuanto al **rendimiento graso y contenido graso** neto, podemos concluir que las variedades arbosana y arbequina son en general más productivas. Se debe tener en cuenta esto al momento de elegir variedades para futuras plantaciones. Particularmente la variedad arbosana es la que parece tener el mejor balance entre calidad y cantidad.
- En cuanto al **índice de acidez** aumenta a medida que se madura el fruto. Arbosana es la variedad que mejores valores tiene, ya sea debido a las características de la planta y/o a su comportamiento en la región. Es un dato importante a tener en cuenta al elegir variedades, ya que una alta calidad se puede considerar un valor agregado al aceite gracias a este parámetro.
- Los parámetros analizados **K270 e índice de peróxidos** son indicadores de una potencial oxidación del aceite. En ambos casos vemos una tendencia al aumento de los valores, lo cual es lógico ya que indica un leve deterioro del aceite a medida que transcurre el tiempo ya sea por procesos naturales, del proceso de industrialización y/o almacenamiento.
- Por último, los valores de **polifenoles totales** fueron significativamente más altos en la variedad arbosana. Esta variedad arroja mejores valores en un parámetro de calidad relevante si se quisiera comercializar el aceite con valor agregado.

Observando los valores que refieren tanto a calidad del aceite y a cantidad de aceite, podríamos decir que la variedad arbosana es la que reúne mejores índices en cuanto a calidad, sin resignar rendimiento graso. Muestra una buena adaptabilidad a la región, por lo que se debe tener muy en cuenta al momento de elegir una variedad para plantar. De todos modos, las 3 variedades mostraron muy buen comportamiento en todos los parámetros en el sitio donde se desarrolló esta experiencia, considerando el sudoeste bonaerense una región óptima para la producción de aceite de oliva de calidad.

Todos los parámetros deben ser tenidos en cuenta para la toma de decisiones, según los objetivos e intenciones de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, P. & D. Ortega, Aceites top. 2023. <https://aceites.top/> ultima entrada 1/12/2023

Aparicio, R., Conte L.S. & Fiebig H.J. 2013. Olive oil authentication. En: Handbook of Olive Oil (2ª Ed). Aparicio R., Harwood J. (Eds.), Springer, Nueva York, pp. 589-653.

Ayton, J., Mailer, R., Haigh, A., Tronson, D. & Conlan, D. 2007. Quality and oxidative stability of Australian olive oil according to harvest date and irrigation. Journal of Food Lipids 14: 138-156. doi: 10.1111/j.1745-4522.2007.00076.x

Bonoli, M., Bendini, A., Cerretani, L., Lercker, G. & Gallina, T. 2004. Qualitative and semiquantitative analysis of phenolic compounds in extra virgin olive oils as a function of the ripening degree of olive fruits by different analytical techniques. Journal of Agriculture and Food Chemistry 52: 7026-7032. doi: 10.1021/jf048868m

Boskou, D., ed. 1996. Olive Oil. Chemistry and Technology. AOCS Press.

Bouaziz, M., Chamkha, M. & Sayadi, S. 2004. Comparative study on phenolic content and antioxidant activity during maturation of the olive cultivar Chemlali from Tunisia. Journal of Agriculture and Food Chemistry 52: 5476-5481. doi: 10.1021/jf0497004

Buenos Aires turismo. 2022. La ruta del olivo. <https://tn.com.ar/turismo/2022/11/19/la-ruta-del-olivo-en-buenos-aires-un-plan-foodie-id-eal-para-una-escapada/>

Cincunegui, C., Lupín, B., Tedesco, L., Pérez, S., Fernández, L., Roldán & C., Lobbosco, D. 2019. Consumo y territorio. Aceite de oliva producido en el Sudoeste Bonaerense. II Pre Congreso Argentino de Desarrollo Territorial y I Jornadas Patagónicas de Intercambio Disciplinar sobre Desarrollo y Territorio. <http://nulan.mdp.edu.ar/3153/1/cincunegui-et-al-2019.pdf>

Civantos, L. 1996. Técnicas de Producción. En Enciclopedia Mundial del Olivo. Editorial Mundi-Prensa, Madrid.

COI. 2015. International Olive Oil Council. <http://www.internationaloliveoil.org/S>.

Connor, D. & Fereres, E. 2005. The physiology of adaptation and yield expression in olive. Horticultural Reviews American Society of Horticultural Science 31: 155-229. https://digital.csic.es/bitstream/10261/11737/1/Connor_2005_The%20physiology%20of%20adaptation.pdf CONSULAI & Juan Vilar Consultores Estratégicos. 2019. A liderar la olivicultura moderna internacional..

De Candolle A. The Origin of Cultivated Plants. Review by: Asa Gray Science, Vol. 1, No. 1 pp. 12-14. <https://www.jstor.org/stable/1758769>, 1883, The origin of cultivated plants.

Diraman, H. & Dibeklioglu, H. 2009. Characterization of Turkish virgin olive oils produced from early harvest olives. Journal of the American Oil Chemists' Society 86: 663-674. doi: 10.1007/s11746-009-1392-5

Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M G., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. 2010. InfoStat, versión 2010, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Elías, S. & Barbero, A. 2017. Situación del oleoturismo y lineamientos para su desarrollo en la región del sudoeste bonaerense, Argentina. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo* 13(1): 91-104.

Elisei, V.R., Aguirre, M.E. & R. Santamaría,. 2007. "El desafío de la olivicultura en el Sudoeste bonaerense". En *AgroUNS* N° 7, pp. 11-14.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2002. *FAO Production yearbook 2002*. Rome, Italy.

FAOSTAT. 2023. *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8166en>

Gómez del Campo M., A. Morales-Sillero, F. Vita Serman, M.C. Rousseaux & P.S. Searles. 2010. El Olivar en los Valles áridos del Noroeste de Argentina (provincias de Catamarca, La Rioja y San Juan). *OLIVAE* N° 114 – 1-23 <https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/68724/OLIVAE%20CASTELLANO%2014-25-47.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Gómez-Rico, A., Salvador, M., La Greca, M. & Fregapane, G. 2006. Phenolic and volatile compounds of extra virgin olive oil (*Olea europaea* L. cv. cornicabra) with regard to fruit ripening and irrigation management. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 7130-7136. doi: 10.1021/jf060798r

González, G., Tedesco, L. & Picardi, S. 2016. Evolución del entorno de negocios y análisis económico de la producción de aceite de oliva virgen extra en el Sudoeste Bonaerense. *Faces* 22(47): 63-79.

InfoStat. 2020. *InfoStat versión 2020*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Jiménez Herrera, B., Rivas, A., Sánchez-Ortiz, A., Tovar, L., Luisa, M., Úbeda Muñoz, M., Callejón, R. & Ortega Bernaldo de Quirós, E. 2012. Influencia del proceso de maduración del fruto en la calidad sensorial de aceites de oliva virgen de las variedades Picual, Hojiblanca y Picudo. *Grasas y Aceites* 63:1-154.

Jiménez, B. & Carpio, A. 2008. La cata de aceites: Aceite de oliva virgen, en: *Características organolépticas y análisis sensorial*. Junta de Andalucía, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Consejería de Agricultura y Pesca.

Lavagna M (ed). 2018. *Censo Nacional Agropecuario. Agricultura*. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/publicaciones/cna2018_resultados_preliminares_agricultura.pdf

Lavee, S. & Wodner, M. 2004. The effect of yield, harvest time and fruit size on the oil content in fruits of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and Manzanillo. *Scientia Horticulturae* 99: 267-277. doi:10.1016/S0304-4238(03)00100-6

Lev, M. 2016. Destacan la calidad y la producción del aceite de oliva del sudoeste bonaerense. Télam-Agencia Nacional de Noticias. <https://www.telam.com.ar/notas/2016/09/161560-destacan-la-calidad-y-laproduccion-del-aceite-de-oliva-delsudeste-bonaerense.php>

Maestro Durán, R. & Borja Padilla, R. 1990. La calidad del aceite de oliva en relación con la composición y maduración de la aceituna. *Grasas y aceites* 41, 171-17

Marginet Campos J. L. 1999. Aceite de oliva en Argentina producción e industrialización. *Olivae: revista oficial del Consejo Oleícola Internacional*, ISSN 0255-996X, N°. 75, 1999, págs. 17-25

Martínez Suárez, J.M., Muñoz Aranda, E., Alba Mendoza, J. y Lanzón Rey, A. 1975. Informe sobre utilización del analizador de rendimientos "Abencor". *Grasas y Aceites*, 26: 379-385.

Matos, L., Pereira, J., Andrade, B., Seabra, M., Beatriz, M. & Oliveira, P. 2007. Evaluation of a numerical method to predict the polyphenols content in monovarietal olive oils. *Food Chemistry* 102: 976-983. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.04.026

Menz, G. & Vriesekoop, F. 2010. Physical and chemical changes during the maturation of Gordal Sevillana Olives (*Olea europaea* L., cv. Gordal Sevillana). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 4934-4938. <https://doi.org/10.1021/jf904311r>

Morello, J., Motilva, M., Tovar, M. & Romero, M. 2004. Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chemistry* 85: 357-364. doi: 10.1016/j.foodchem.2003.07.012

Nelson, D. & M. Cox. 2018. *Lehninger, Principios de Bioquímica*. España: Ediciones Omega D.L. 7ª Ed. ISBN: 978-84-282-1667-8

Paoloni, J. D. & González Uriarte M. *Geoambiente y evaluación de las aguas freáticas del partido de Coronel Dorrego (provincia de Buenos Aires)*. 108 p. Editorial EdiUNS ISBN:987-1171-26-9

Papadakis J. 1966. *Climates of the world and their agricultural potentialities*. Buenos Aires.

Picardi, M., Obiol, L., Bostal, F., Aguirre, M., Valls, L. & Lodovskis, V. 2014. Aceite de oliva argentino y un nuevo actor: el Sudoeste Bonaerense. Serie Extensión, Bahía Blanca-Argentina: Editorial EdiUNS. <https://ediuns.com.ar/producto/aceitede-oliva-argentino-y-un-nuevo-actorel-sudoeste-bonaerense/>.

Rondanini, D.P., Castro, D.N., Searles, P.S. & M.C. Rousseaux. 2014. Contrasting patterns of fatty acid composition and oil accumulation during fruit growth in several olive varieties and locations in a non-Mediterranean region. *Eur. J. Agron.* 52: 237-246.

Organoleptic Properties of cv. nostrana di Brisighella Extra Virgin Olive Oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 3649-3654. doi: 10.1021/jf049845a

Sánchez Casas, J., De Miguel, C., Osorio, E., Marín, J., Gallardo, L. & Martínez, M. 2006. Calidad sensorial de aceites de oliva virgen procedentes de variedades de

aceitunas producidas en Extremadura. *Grasas Aceites* 57 (3): 313-318. ISSN: 0017-3495://dx.doi.org/10.3989/gya.2006.v57.i3.54

Trentacoste, E. 2023. Diseño, manejo y retos del olivar intensivo en Argentina. Consejo de los Profesionales (CPIA). <http://www.cpia.org.ar/agropost/nota/189>. Última entrada 1/12/2023

Uceda, M., Hermoso, M. & Aguilera, M.P. 2008. La calidad del aceite de oliva. En: El cultivo del olivo (Barranco, D.; Fernández- Escobar, R. y L, Rallo, Eds.). Ediciones Mundi Prensa. Andalucía, España, pp. 699-727.

Youssef, N., Zarrouk, W., Carrasco Pancorbo, A., Ouni, Y., Segura Carretero, A., Fernández Gutiérrez, A., Daoud, D. & Zarrouk, M. 2010. Effect of olive ripeness on chemicals properties and phenolic composition of chetoui virgin olive oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90: 199-204. doi: 10.1002/jsfa.3784il/2022.59.2/2022.08.23