

Maduración del cultivar Barnea (*Olea europaea* L.) determinada por el método del ácido ascórbico

Andrada C.A.¹, Andrada E.², Eller A.B.³, Luna Aguirre L.¹

¹Cátedra de Bromatología – Facultad de Ciencias de la Salud – Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina.

²Friedrich-Schiller University – Science of Motion. Jena, Alemania.

³Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola – Facultad de Cs. Agrarias – Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina.

caandradaar@yahoo.com.ar

“El objeto matemático posee en sí mismo una capacidad inagotable de extensión y de generalización. No está cerrado en sí mismo, innumerables virtualidades lo habitan y anuncian nuevas perspectivas...”

J. Ladrière



Resumen

La determinación de la maduración de aceitunas aceiteras (*Olea europaea*, L.) por el método de Jaén (Índice de Maduración, IM, basado en la coloración durante el envero) presenta problemas, por existir variedades que no responden al patrón de colores propuesto (Hermoso Fernández *et al.*, 1991). Algunos investigadores propusieron valorar los compuestos químicos que varían con la maduración del fruto, como los polifenoles (Solinas, 1987). A su vez, Andrada C.A. y colaboradores propusieron el uso de una función del ácido ascórbico. La aplicación de este método a la maduración de la aceituna (Ω o $10/[AA]$) fue realizada con resultados precisos en el Valle Central Catamarqueño, Argentina, sobre cultivares Barnea (Andrada *et al.* 2009). Esto se llevó a cabo para

pre-definir los datos que más interesan al olivicultor: conocer anticipadamente las fechas de madurez de la oliva¹ y los Kg/planta esperados, teniendo en cuenta los datos meteorológicos. Estos últimos se asumieron en virtud del clima catamarqueño, casi desértico y de irrigación, teniendo en cuenta que bajo riego, con inviernos fríos, el olivo aprovecha las mayores lluvias proporcionando una mejor producción de fruta.

Palabras clave: Ácido ascórbico, cultivar Barnea, envero, maduración.

Introducción

La determinación de la maduración de aceitunas aceiteras (*Olea europaea*, L.) por el método de Jaén (Índice de Maduración, IM, basado en la coloración durante el envero) presenta problemas, por existir variedades que no responden al patrón de colores propuesto (Hermoso Fernández *et al.*, 1991). Este trabajo propone, para la determinación de la maduración de aceitunas aceiteras, el uso de una función del ácido ascórbico, sustancia que disminuye en el fruto a medida que la maduración avanza. La aplicación del método $\Omega = 10/[AA]$, ([AA]: concentración de ácido ascórbico en mg/100), fue realizada en el Valle Central Catamarqueño (VCC), situado en el Noroeste de Argentina, sobre el cultivar Barnea (Andrada *et al.*, 2009). Los valores de Ω , definen una curva que va de $\Omega = 0$ a $\Omega \approx 14$ (Andrada *et al.*, 2009).

¹Se identificó la “madurez” con el momento en que desaparecen los frutos verdes del árbol, es decir cuando las aceitunas dejan el envero y se termina de formar todo el aceite.

Usando el coeficiente global

$$CG = \frac{dM}{cF}$$

donde dM son los días hasta la madurez y cF la cantidad de fruta calculada en Kg, y un modelo de regresión, se pudo mostrar, usando datos de dos cosechas subsiguientes (2006-2007, 2007-2008), que con un $\Omega \approx 8$ ya sería posible estimar los días hasta la madurez de una parcela (generalmente $\Omega \approx 8$ representa 2/3 del tiempo hasta la maduración), y los kilos de fruta a obtener (Andrada *et al.*, 2009). En el trabajo presente se incluyen datos obtenidos durante la campaña 2009-2010 que muestran que el modelo de regresión debe ser corregido para explicar los nuevos datos.

Materiales y métodos

Muestreo

El muestreo se realizó cuatro veces durante el envero. Se tomó al azar, en la parcela estudiada, 10 Kg de fruta. En la cuarta recolección se identificó la madurez con el momento en que desaparecen los frutos verdes del árbol.

Medición de ácido ascórbico

Se valoró el ácido ascórbico (AA) según AOAC [ácido metafosfórico e indicador 2,6-dicloro-indofenol] (Sydney Williams, 1984), siendo el análisis efectuado sobre la pulpa de las aceitunas. A fin de obtener un punto final claro, se suprimió el color antocianico por agregado de carbón activado. Los datos meteorológicos fueron suministrados por la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias.

Modelo de regresión

Debido a la gran dispersión observada al incluir los datos obtenidos de la cosecha 2009-2010 (Figura 1), se transformaron los datos aplicando el $\log_{10} dM$ multiplicado por la cantidad de precipitaciones. Así se obtuvo el Coeficiente Global modificado CGm:

$$CG_m = \frac{\log_{10}(dM)}{cF} Pr \quad (2)$$

Pr representa las precipitaciones en mm. Los modelos de regresión lineal y cuadrática fueron realizados en SPSS® 17 (IBM, Armonk, NY, USA)

his
ingredients solutions

Soluciones Integrales en Agentes de Batido
Estabilizantes Tailor Made
Nutricionales
Preservantes y antioxidantes naturales

Agentes de textura
Deshidratados naturales
Encapsulantes Especiales

www.his-ingredients.com | info@his-ingredients.com | RNE: 02.034.708 | SENASA: B.I. 05317
Tel.: (+5411) 4861-6603 | Adm: Av Rivadavia 3561 - Piso 3 - Of. 16, Argentina.
Planta: Int. Lumbrera 1800 - Parque Industrial Gral. Rodriguez, Argentina.

Resultados y discusión

Resultados

Las tablas 1 y 2 exhiben los resultados obtenidos en muestras extraídas durante los años 2007 y 2008 para el cultivar Barnea. Con respecto a los valores de Ω , estos muestran la rapidez en el envero de 2007 y la pausada maduración en 2008. Como ya se explicó en la introducción, el "coeficiente global" CG (Andrada *et al.*, 2009) permite acercar las distribuciones de ambas maduraciones. El modelo de regresión cuadrática - presentado en Andrada *et al.* 2009 - presenta sólo un 11 % de error con respecto a las observaciones. Lamentablemente el CG no puede explicar los datos observados en la cosecha 2009-2010, aunque un valor de $\Omega > 8$ equivale, en todas las cosechas, aproximadamente a 2/3 partes del tiempo total hasta el fin del envero (Tablas 1, 2 y 3). Se ve para la cosecha 2010 que este valor es de 8,84. El coeficiente global modificado CGm se construyó teniendo en cuenta las precipitaciones habidas durante el envero. En la figura 2 se observa que la transformación es exitosa en disminuir la dispersión de los datos, independientemente del tiempo hasta el envero o la cantidad de precipitación. La curva que mejor se ajustó a la distribución los datos es la cuadrática (coeficiente de correlación $R = 0,888$; de regresión $R^2 = 0,788$, significando que el modelo puede explicar el 79% de las observaciones). Usando la ecuación de la curva y tomando un valor de $\Omega = 8,8$ que, en la figura 2 le corresponde un CGm de 9,3 permite calcular los kg de fruta/planta luego de despejar cF de la fórmula 2:

$$cF = \frac{\log_{10} dM}{CGm} Pr \quad (3)$$

$$cF(2006-2007) = (\log_{10} 8 / 9.3) * 357 = 34.7 \text{ Kg}$$

$$cF(2007-2008) = (\log_{10} 28 / 9.3) * 714 = 111.1 \text{ Kg}$$

$$cF(2009-2010) = (\log_{10} 36 / 9.3) * 440 = 73.6 \text{ Kg}$$

La forma más simple de calcular los días hasta el envero es, como ya se mencionó antes, asumir que un valor de $8 < \Omega < 9$ representa aproximadamente 2/3 partes del tiempo total hasta el fin del envero + 3 días, o 3/4 partes + 5 días.

$$dM = 3/2 * (\text{días hasta } 8 < \Omega < 9) \text{ o } dM = 4/3 * (\text{días hasta } 8 < \Omega < 9) + 5.$$

$$dM(2006-2007) = 3/2 * 8 + 3 = 15 \text{ días}; dM(2006-2007) = 4/3 * 8 + 5 = 15.6 \text{ días}$$

$$dM(2007-2008) = 3/2 * 28 + 3 = 45 \text{ días}; dM(2007-2008) = 4/3 * 28 + 5 = 42.3 \text{ días.}$$

$$dM(2009-2010) = 3/2 * 36 + 3 = 57 \text{ días}; dM(2009-2010) = 4/3 * 36 + 5 = 53 \text{ días.}$$

Tabla 1 – Año 2007

Muestra	Fecha	Ω
2007	17 abril	3.95
2007	22 abril	4.57
2007	25 abril	8.93
2007	01 mayo	14.7

En el año 2007, sólo fueron 15 días de envero. La rápida pigmentación de la fruta se debió sin duda a la menor carga del árbol, a lo que se agregaron las bajas precipitaciones ocurridas en la zona

Tabla 2 – Año 2008

Muestra	Fecha	Ω
2008	15 abril	5.26
2008	22 abril	6.10
2008	12 mayo	8.33
2008	27 mayo	14.1

En el año 2008, el envero duró 45 días: la síntesis de pigmentos se retrasa por el número de frutos del árbol, mientras que las precipitaciones fueron el doble de las registradas en 2007.

Tabla 3 – Año 2010

Muestra	Fecha	Ω
2010	9 marzo	3.88
2010	25 marzo	7.25
2010	14 abril	8.84
2010	29 abril	15.87

El ciclo 2009-2010 tuvo valores de envero y días de cosecha normales para la Barnea en la zona en cuestión, con una cosecha estimada de 73.6 Kg de aceitunas/árbol (reales: 60 kg).

Discusión

Se dijo en el resumen que el modelo de maduración basado en el tenor de ácido ascórbico extraído de la pulpa de aceitunas aporta al productor olivarero dos datos clave: conocer anticipadamente las fechas de madurez del fruto y los Kg/planta esperados, teniendo en cuenta los datos meteorológicos. El análisis se obtiene mediante un sencillo análisis titrimétrico, y luego matemáticamente, por las curvas de regresión que surgen del valor de $10/[AA]$ y del Coeficiente Global modificado CGm, al que se agregan las precipitaciones en mm (figura 2).

Catamarca es una zona de cultivos intensivos, con olivares que a menudo superan las 100 hectáreas, por lo que la cosecha mecánica es una condición *sine qua non*. Así y todo, las cosechas deben iniciarse al principio del envero y finalizar cuando la maduración esté en la fase de "madurez" (Hermoso Fernández *et al.*, 1997). Entre estos límites, los aceites de oliva encuen-

Figura 1: Concentración de ácido ascórbico vs. CG (coeficiente global), datos de los años 2007, 2008 y 2010. El modelo de regresión cuadrática presentado en Andrada *et al.* 2009 no puede explicar los datos observados en la cosecha 2009-2010.

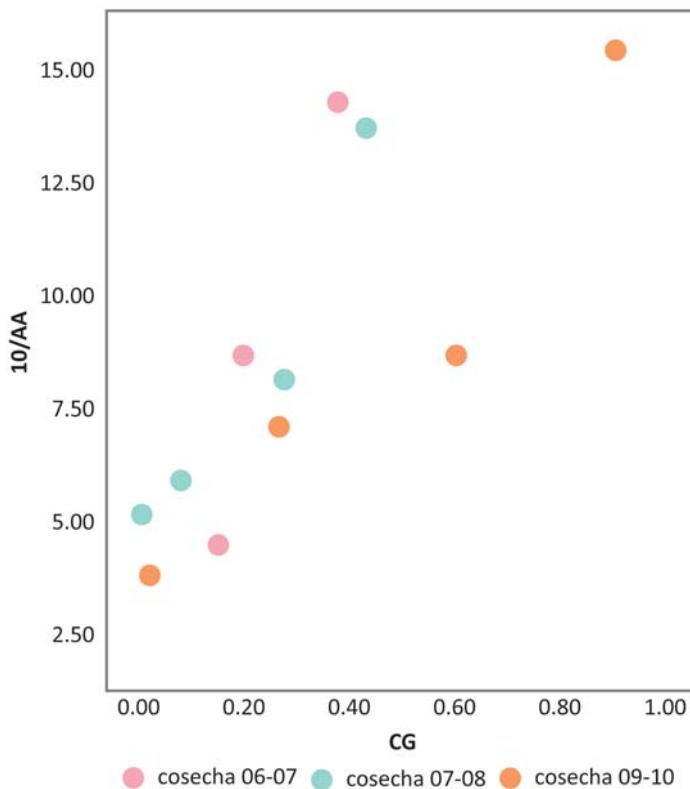
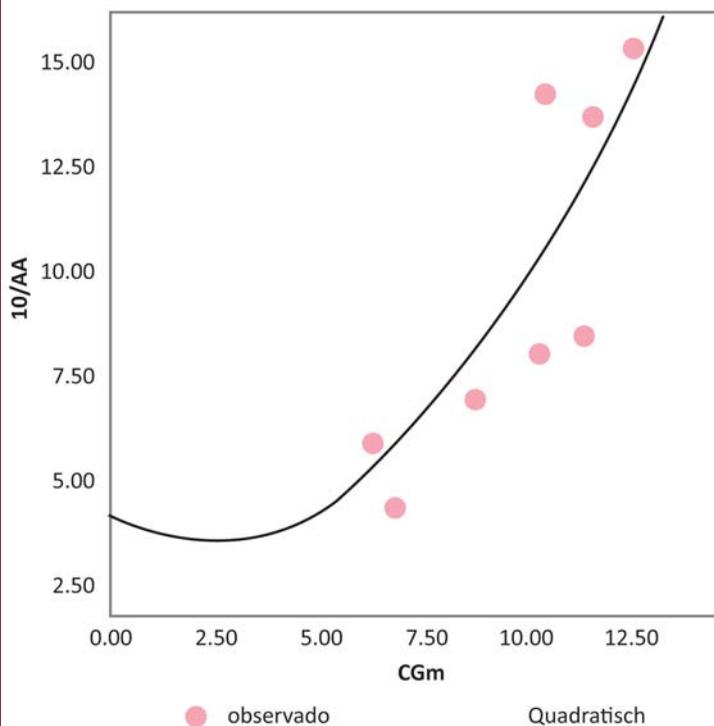


Figura 2: Concentración de ácido ascórbico vs. CGm (coeficiente global modificado), datos de los años 2007, 2008 y 2010. El CGm pudo disminuir la dispersión de los datos satisfactoriamente, independientemente del tiempo hasta el envero o la cantidad de precipitación.



tran su mayor perfección. Es en este estadio que se deben cosechar las aceitunas, para luego separar los aceites de mediana o inferior calidad (Hermoso Fernández *et al.*, 1995). El error de este modelo fue de 13% en 2006-2007, 11% en 2007-2008 y 22% en 2009-2010.

Si se repasan los años 2007 y 2008, el modelo ascórbico resultó extraordinariamente preciso en condiciones paradójicas. En el año 2007, el cultivar Barnea presentó un envero de 15 días, mientras que, en 2008 lo exhibió de 45 días (Ait Yacine *et al.* 2008). Durante la cosecha, temperaturas y humedades relativas al ambiente resultaron similares en ambos años. Se explicó, en primer lugar, que en 2007 la rápida pigmentación de la fruta (Azcon-Bieto, 2000) se debió por menor carga del árbol, y en 2008, una carga mayor del olivo determinó un cambio de coloración más lento, prolongándose así el envero. En segundo lugar, las lluvias fueron más copiosas durante el segundo ciclo fenológico (A: 375.3 mm, B: 714.5 mm). En tanto el modelo ascórbico se mantuvo indemne, dentro del porcentual de los límites calculados (Andrada *et al.*, 2009).

En el año 2009 no hubo cosecha en el Valle Central Catamarqueño por heladas. En el estudio de 2010, las temperaturas mínimas (de mayo a agosto de 2009) fueron de 499 horas < 7°C, favoreciendo una buena cosecha en este valle de 60kg/planta. Con respecto a las Ω, el valor máximo obtenido fue de 15.87. Si se opta por la mediana (menos influenciada que la media aritmética por los valores extremos de la variable) de las tres cosechas (2007, 2008 y 2010) se obtiene 14.7 - un promedio pertinente que indica el valor que corresponde al fin del envero y a una aceituna madura, en los cv Barnea cultivados en el Valle Central Catamarqueño.

Conocer anticipadamente las fechas de madurez de la oliva y los Kg/planta esperados, teniendo en cuenta los datos meteorológicos, en estudios realizados durante tres años con comportamientos diferentes, permiten afirmar que la aplicación de 10/[AA] es más eficaz para medir la maduración de los olivares de la variedad Barnea que el método del Índice de Maduración, basado en la coloración durante el envero, en el Valle Central de Catamarca.

Tabla 4 - Años 2007 – 2008 – 2010

Muestra	Días/cosecha	Días / madurez	Kg/planta (reales)	Kg/planta CG (Andrada <i>et al.</i> , 2009)	Kg/planta CGm	Lluvia [mm]
2006-2007	8	15	40	31	34.7	357
2007-2008	28	45	100	105	111.1	714
2009-2010	36	54	60	138	73.6	440

Agradecimientos

Nuestro reconocimiento a la empresa Esquíú S.A. (Catamarca) y al Ing. Federico Alonso por permitirnos extraer con total libertad las aceitunas necesarias para esta investigación.

Referencias

Ait Yacine Z., Hilali S., Serhrochni M. (2001). Estudio de algunos parámetros para determinar la fecha de recolección de la aceitunas en la zona de Dadla. *Olivae*, 88, 39.
 Andrada C.A., Andrada E., Eller A.B., Luna Aguirre L. (2009). La maduración de un cultivar de aceitunas y su variación anual, *A&G*, 76, 22-26.
 Azcón-Bieto J., Talón M. (2000), Fundamentos de Fisiología Vegetal, en: Crecimiento y maduración del fruto. Mc Graw-Hill Interamericana. Madrid, 431.
 Bernardino J., Friaiz Ruiz L., Fernández García A. Aspectos agronómicos de la elaboración del aceite de oliva, en:

Elaboración de aceite de oliva de calidad, Dirección general de investigación, tecnología y formación agroalimentaria y pesquera, Apuntes N° 5, DirectGraf S.L., Sevilla.

Blouin J., Guimberteau G. (2000). Maturación et maturité des raisins. Ed. Féret, Burdeos, 101-106.

Hermoso Fernández M., González Delgado J., Uceda Ojeda M., et al. (1995). Introducción, en: Elaboración de aceites de oliva de calidad. Junta de Andalucía, Apuntes N° 11/94, Sevilla, 13.
 Hermoso Fernández M., Uceda Ojeda M., Frias L., Beltran G. (1997), Maduración, en: El cultivo del olivo. Barranco, Fernández Escobar y Rallo. Edit., Mundi-Prensa-Junta de Andalucía, Madrid.

Hermoso Fernández M., Uceda Ojeda M., García-Ortiz Rodríguez A., Morales

Solinas M. (1987), *Rin. Tal. Sosanze Grasse*, 64, 225.

Sydney Williams Ed. (1984), *Official Methods of Analysis*, AOAC, 14 Ed., Arlington, Virginia.



Hotel Wyndham Herradura Del 31 de marzo al 2 de abril

La Asociación Latinoamericana de Ciencia y Tecnología de Alimentos y el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Costa Rica invitan al XIV Seminario de ALACCTA, que se desarrolla junto con el V Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos bajo el lema "Ciencia e Innovación: una Alianza para el bienestar". El encuentro se llevará a cabo en el Centro de Convenciones del Hotel Wyndham Herradura del 31 de marzo al 2 de abril.