

35TCA - Contenido de sorbato de potasio residual en ciruelas tiernizadas según el método de deshidratación.

Residual potassium sorbate content in tenderized plums according to the dehydration method.

Jesica Worlock¹, Delia Paola Urfalino¹, Martín Juan Daniele¹, Daniel Millán², Nicolás Muzi².

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA EEA Rama Caída. Dirección: El Vivero S/N Rama Caída.
2. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria UNCuyo. Dirección: Bernardo de Irigoyen 375 San Rafael.
Correo electrónico de contacto: worlock.jesica@inta.gob.ar

Resumen

Las ciruelas d'Agen se deshidratan al sol o en horno y posteriormente se tiernizan, para lograr un producto listo para consumir. Al tiernizar, se les incorpora humedad, por lo cual es necesario utilizar sorbato de potasio para evitar el deterioro por hongos y levaduras. La absorción de este conservante es heterogénea. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el contenido de sorbato de potasio residual en ciruelas deshidratadas al sol y en horno. Se cosecharon ciruelas y se deshidrataron al sol y en horno, se controló humedad y actividad acuosa (*aw*) al finalizar la etapa. Posteriormente, se tiernizaron, se escurrieron y se descarozaron. Para cada método de secado se aplicaron 9 tratamientos (variando concentración y tiempo de aplicación de una solución de sorbato de potasio) con 3 repeticiones de 20 ciruelas tiernizadas cada uno. Se evaluó humedad, *aw* y contenido de sorbato de potasio residual de cada tratamiento. Las ciruelas deshidratadas al sol y en horno no presentaron diferencias estadísticamente significativas en humedad y *aw* ($p>0,05$). Mientras que, luego del tiernizado, existieron diferencias significativas entre las humedades y *aw* para ambos métodos de secado ($p<0,05$). Las ciruelas secadas al sol presentaron una mayor capacidad de rehidratación que las deshidratadas en horno. Por otro lado, el contenido de sorbato de potasio residual presentó diferencias significativas ($p<0,05$); en las ciruelas secadas al sol se distribuyó en forma heterogénea y fue mayor (1.520 ppm) que en las ciruelas deshidratadas en horno (867 ppm). Cabe mencionar que el 78% de los tratamientos aplicados a las ciruelas secadas al sol excedieron las 1.000 ppm de ácido sórbico permitido por el Código Alimentario Argentino. Este comportamiento podría atribuirse a daños en la piel de las ciruelas ocasionados por largos períodos de secado y oscilaciones térmicas.

Palabras clave: ciruelas d'Agen; *Prunus domestica*; (2E,4E)-hexa-2,4-dienoato de potasio; E202.

Abstract

D'Agen plums are sun-dried or oven-dried and later tenderized, to obtain a ready to eat product. During tenderizing, moisture is incorporated and for this reason it is necessary to use potassium sorbate to avoid spoilage by fungi and yeasts. The absorption of this preservative is heterogeneous. The aim of the present trial was to evaluate the content of residual potassium sorbate in sun-dried and oven-dried plums. Plums were harvested and sun-dried and oven-dried, humidity and water activity (*aw*) were controlled at the end of the stage. Subsequently, they were tenderized, drained and pitted. For each drying method, 9 treatments were applied (varying concentration and time of application of a potassium sorbate solution), with 3 repetitions of 20 tenderized plums each. Moisture, *aw* and residual potassium sorbate content of each treatment were evaluated. Sun-dried and oven-dried plums did not show statistically significant differences in humidity and *aw* ($p>0,05$). Although after tenderizing, there were significant differences between moisture and *aw* for both drying methods ($p<0,05$). Sun-dried plums had a higher rehydration capacity than oven-dried plums. In addition, residual potassium sorbate content showed significant differences ($p<0,05$); in sun-dried plums it was distributed heterogeneously and was higher (1.520 ppm) than in oven-dried plums (867 ppm). It is worth mentioning that 78% of the treatments applied to sun-dried plums exceeded the 1.000 ppm of sorbic acid allowed by the Argentine Food Code. This behavior could be attributed to damage to the skin of plums caused by long periods of drying and thermal oscillations.

Keywords: d'Agen plums; *Prunus domestica*; Potassium (2E,4E)-hexa-2,4-dienoate; E202.

1. Introducción

Las ciruelas (*Prunus domestica*) variedad d'Agen se destinan principalmente a la deshidratación debido a su elevado contenido de azúcares y excelente sabor (Somogyi, 2005). La misma se puede realizar al sol o en horno.

El secado al sol es un método tradicional en la provincia de Mendoza, generalmente utilizado por pequeños y medianos productores. Consiste en la extracción de la mayor parte del agua de la fruta a través de la exposición al sol. Habitualmente utilizan estructuras simples conocidas como "tendederos", construidas con postes de madera a 60-80 cm de altura y alambres tensados. Sobre éstos se colocan mallas plásticas, bandejas o esteras de caña y se extiende la fruta en una sola capa. Las ciruelas se suelen cubrir con nylon cristal colocado en forma plana, a dos aguas o en forma de semicírculo o túnel. Esta cobertura constituye una barrera microbiológica, contra insectos, animales y condiciones climáticas adversas y acelera el secado. La etapa dura entre 7 y 12 días, dependiendo de las condiciones climáticas. Las temperaturas de secado son moderadas y oscilantes, siendo las máximas alcanzadas (con cobertura de nylon) inferiores a 65°C.

La deshidratación de ciruelas en horno es realizada habitualmente por empresas exportadoras. Se utilizan hornos de dos túneles dotados de un quemador (generalmente a gas) y un ventilador. Los túneles poseen rieles en su interior para la circulación de los carros, en los cuales se apilan bandejas con ciruelas. La cantidad de carros y de bandejas por carro varía según el diseño del horno. Lo usual es contar con 10 a 20 carros por túnel con 23 a 27 bandejas apiladas en cada uno. Los túneles de secado se clasifican por el sentido de ingreso de las ciruelas y el aire al túnel. En Argentina habitualmente se utilizan hornos a "contracorriente", en los cuales los carros con fruta fresca ingresan por el extremo del túnel con el aire a menor temperatura y cargado de humedad, y se extraen por el extremo con el aire a mayor temperatura y baja humedad. La etapa de deshidratación dura entre 16 y 24 horas dependiendo de la temperatura utilizada, el calibre y la madurez de la fruta. La temperatura máxima utilizada para el aire de secado varía entre 80 y 87°C.

La utilización de hornos deshidratadores reduce el tiempo de secado, mejora el color de la pulpa y aumenta la retención de compuestos antioxidantes (Urfalino, et al., 2008).

Tanto en el secado al sol como en horno, éste finaliza cuando las ciruelas alcanzan una humedad entre 18 y 22%. El producto obtenido se almacena en un sitio cerrado en parvas o bins

(500 kg), y debe removerse periódicamente para homogeneizar la humedad. Posteriormente, las ciruelas deshidratadas se someten a una limpieza y lavado y se realiza el tiernizado, con el objetivo de lograr un producto de textura suave, listo para consumir. En esta etapa se le incorpora humedad a la fruta, alcanzando un 30-34% de humedad final, por lo cual es necesario emplear un conservante para protegerla del deterioro por hongos y levaduras. Habitualmente se utiliza sorbato de potasio (E 202) debido a que inhibe o retarda el crecimiento de hongos, levaduras y ciertas bacterias (Chichester y Tanner, 1973; Sofos et al., 1986; Sofos, 2000; Stopforth, et al., 2005), posee excelente solubilidad en agua, inocuidad fisiológica y neutralidad organoléptica (Lück y Jager, 1997; Sofos, 2000; Stopforth, et al., 2005).

El conservante se aplica a las ciruelas tiernizadas (mediante inmersión o aspersión) con una concentración comprendida entre 2 y 7%, generalmente a temperatura ambiente.

El Código Alimentario Argentino establece que el contenido residual de sorbato de potasio en ciruelas tiernizadas (expresado como ácido sórbico) no debe exceder los 1.000 mg/kg o 1.000 ppm. Sin embargo, la absorción del conservante en las ciruelas es heterogénea. En la industria este problema suele atribuirse al método utilizado en el secado de las ciruelas, pero no hay antecedentes publicados que respalden esta observación. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el contenido de sorbato de potasio residual en ciruelas tiernizadas deshidratadas al sol y en horno.

2. Materiales y métodos

2.1. Materia prima

Las ciruelas (*Prunus domestica*) variedad d'Agen, de calibre chico (49 a 62 unidades frescas por kg), se cosecharon de los cultivos de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rama Caída (georreferencia: 34°40'03.93" S 68°23'37.80" O). Las mismas presentaron un contenido de sólidos solubles mayores a 20°Brix (refractómetro digital Arcano DBR0045nD), y una firmeza de pulpa (penetrómetro Turoni FT 327) entre 0,2 y 0,3 kgf/cm², equivalente a 3 - 4 libras de presión por pulgada cuadrada.

2.2. Deshidratación

La deshidratación de las ciruelas se efectuó utilizando dos métodos;

Al sol, en un tendedero, con una base de malla plástica y sin cobertura de nylon cristal, alcanzando una temperatura máxima del aire de secado de 40°C.

En el horno de la planta piloto de la EEA Rama Caída, utilizando la configuración a contracorriente, con una temperatura máxima del aire de secado de 82°C y una velocidad de 2,5 m/s.

Para ambos métodos, se tomó una muestra de 1 kg para controlar la humedad y a_w obtenidas luego de la deshidratación.

La humedad se determinó por triplicado a través del método de Dean y Stark, 1920. Para ello, se utilizaron 10 g de muestra y se midió el volumen de agua liberado por las ciruelas durante la destilación con tolueno. Los resultados se expresaron en porcentaje de humedad, empleado la fórmula: $\text{Humedad (\%)} = V \times 10$ (siendo V = volumen de agua medido en el colector graduado).

La a_w se determinó por triplicado mediante el equipo Rotronic Hygropalm. Cada muestra se cortó en trozos de aproximadamente 1 cm³ y se colocó en una cápsula plástica PS-40, llenándola hasta la mitad de su altura. La medición se realizó con el programa "a_w quick" a temperatura controlada de 20°C.

Se tomaron imágenes de las ciruelas deshidratadas por ambos métodos con un microscopio digital con pantalla LCD "Biotraza" XSP-167SP.

2.3. Tiernizado de las ciruelas deshidratadas (rehidratación)

Las ciruelas deshidratadas se tiernizaron con agua y vapor en una olla a presión (capacidad 5 L, diámetro 24 cm, altura 12 cm, presión 186 kPa y temperatura 116°C). El tiempo total del tratamiento térmico fue de 11 minutos. Posteriormente, las ciruelas tiernizadas se escurrieron y se descarozaron en forma manual.

2.4. Tratamientos aplicados

Para cada método de secado (sol y horno) se aplicaron 9 tratamientos con 3 repeticiones de 20 ciruelas tiernizadas cada uno.

Tabla 12: Tratamientos aplicados a las ciruelas tiernizadas.

Inmersión en 400 ml de solución de sorbato de potasio con agitación a temperatura ambiente.	Tratamiento	Concentración (%)	Tiempo (s)
	1	2,0	10
	2	2,0	20
	3	2,0	30
	4	2,5	10
	5	2,5	20

	6	2,5	30
	7	3,0	10
	8	3,0	20
	9	3,0	30

Para realizar los ensayos se empleó sorbato de potasio p.a. (título mínimo 99%). Luego de efectuar los tratamientos, las ciruelas se colocaron en recipientes cerrados herméticamente durante 24 horas para su estabilización.

Se evaluó humedad, a_w (con las técnicas anteriormente mencionadas) y el contenido de sorbato de potasio residual mediante la técnica International Standard ISO 5519:2008 Fruits, vegetables and derived products - Determination of sorbic acid content. En la cual se extrajo cuantitativamente el sorbato de potasio de las ciruelas tiernizadas por destilación con arrastre de vapor. El sorbato de potasio presente en el destilado se determinó mediante una lectura espectrofotométrica en el rango UV.

2.5. Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos se analizaron mediante el software estadístico InfoStat (Di Rienzo, et al., 2016) y MATLAB & Simulink – MathWorks (versión 2017).

3. Resultados y Discusión

3.1. Deshidratación

En la Tabla 2 se observa el contenido de humedad y la a_w de las ciruelas d'Agen deshidratadas al sol y en horno.

Tabla 13: Humedad y a_w de las ciruelas deshidratadas al sol y en horno.

Parámetro	Ciruelas secadas al sol	Ciruelas deshidratadas en horno
Humedad (%)	20,2 ± 1,8	20,0 ± 1,5
Actividad acuosa (20°C)	0,63 ± 0,05	0,62 ± 0,03

Mediante un análisis de la varianza (prueba LSD de Fisher utilizando $\alpha=0,05$) se comprobó que la humedad y la a_w no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,8896$; $p=0,7812$).

3.2. Tratamientos aplicados

En la Tabla 3 se observa la humedad y a_w determinada luego del tiernizado.

Tabla 14: Humedad y a_w de las ciruelas deshidratadas al sol y en horno luego del tiernizado.

Parámetro	Ciruelas secadas al sol	Ciruelas deshidratadas en horno
Humedad (%)	33 ± 1	31 ± 2
Actividad acuosa (20°C)	0,830 ± 0,020	0,801 ± 0,030

Se realizó un ANAVA (prueba LSD de Fisher utilizando $\alpha=0,05$) para comparar las humedades obtenidas luego del tiernizado en las ciruelas deshidratadas al sol y en horno y se obtuvo un valor de $p<0,0001$. Por lo tanto, al ser $p<0,05$, existieron diferencias significativas entre las humedades para ambos métodos de secado. El secado de ciruela al sol obtuvo una humedad media de 33,11%, mayor que la del deshidratado en horno (31,22%). Este resultado permitió concluir que al emplear secado solar, la capacidad de rehidratación de las ciruelas es mayor (aproximadamente 2%). Este fenómeno podría atribuirse a un mayor deterioro en la estructura celular de las ciruelas debido a que el secado solar depende de las condiciones climáticas, por lo cual es un proceso prolongado y de temperaturas oscilantes.

Del mismo modo, se realizó un ANAVA (prueba LSD de Fisher utilizando $\alpha=0,05$) para comparar las a_w y se obtuvo un valor de $p<0,0001$. Por lo tanto, también existieron diferencias significativas entre las a_w para ambos métodos de secado.

En la Tabla 4 a y b se exhiben los resultados de las determinaciones del contenido de sorbato de potasio residual en ciruelas deshidratadas al sol y en horno.

Tabla 15 a: Contenido de sorbato de potasio residual en ciruelas deshidratadas al sol.

CIRUELAS SECADAS AL SOL				
Concentración (%)	Tiempo (s)	Sorbato de potasio residual (ppm)	Promedio (ppm)	Desviación Estándar (ppm)
2,0	10	1342	1269	183

		1061		
		1405		
2,0	20	1359	1498	121
		1555		
		1580		
2,0	30	1295	1398	105
		1393		
		1505		
2,5	10	1152	1118	200
		903		
		1298		
2,5	20	1677	1581	172
		1683		
		1382		
2,5	30	1514	1525	65
		1595		
		1467		
3,0	10	1743	1771	26
		1778		
		1793		
3,0	20	1815	1596	192
		1512		
		1460		
3,0	30	1846	1927	86
		1919		
		2017		

Tabla 16 b: Contenido de sorbato de potasio residual en ciruelas deshidratadas en horno.

CIRUELAS DESHIDRATADAS EN HORNO				
Concentración (%)	Tiempo (s)	Sorbato de potasio residual (ppm)	Promedio (ppm)	Desviación Estándar (ppm)
2,0	10	571	472	95
		382		
		464		
2,0	20	628	560	182
		354		
		698		
2,0	30	696	811	106
		905		
		831		
2,5	10	792	843	116

		976		
		761		
2,5	20	915	856	67
		783		
		871		
2,5	30	786	771	99
		665		
		862		
3,0	10	1167	1121	126
		1217		
		978		
3,0	20	1117	1131	94
		1232		
		1045		
3,0	30	1204	1240	192
		1448		
		1069		

El Artículo 916 bis - (Resolución Conjunta RESFC-2019-5-APN-SRYGS#MSYDS N°5/2019) del Código Alimentario Argentino permite el tratamiento superficial de frutas tiernizadas con ácido sórbico o sorbato de potasio siempre que el contenido residual (expresado en ácido sórbico) no exceda los 1.000 mg/kg (1.000 ppm). Por lo tanto, como se puede observar en la Tabla 5, el 78% de los tratamientos aplicados a las ciruelas tiernizadas que fueron deshidratadas al sol no cumplen con la especificación.

Tabla 17: Contenido de ácido sórbico promedio en ciruelas deshidratadas al sol y horno.

CIRUELAS SECADAS AL SOL		
Concentración (%)	Tiempo (s)	Promedio Ácido sórbico (ppm)
2,0	10	927
2,0	20	1126*
2,0	30	1051*
2,5	10	840
2,5	20	1188*
2,5	30	1147*
3,0	10	1332*
3,0	20	1200*
3,0	30	1449*
CIRUELAS DESHIDRATADAS EN HORNO		

2,0	10	355
2,0	20	421
2,0	30	610
2,5	10	634
2,5	20	644
2,5	30	580
3,0	10	843
3,0	20	851
3,0	30	933

* Valores superiores a 1.000 ppm

3.3. Análisis de los resultados

Se realizaron gráficos de superficie (Figuras 1 y 2) para representar el contenido de sorbato de potasio residual determinado, en función de la concentración de la solución utilizada y el tiempo de aplicación ($z=f(x,y)$) para ciruelas deshidratadas al sol y en horno. Para ello se realizó una interpolación cúbica empleando el comando "griddata" de Matlab.

En las superficies obtenidas, los valores de z (sorbato de potasio residual) se obtienen mediante la evaluación de f (concentración, tiempo) para los correspondientes puntos del plano (x =concentración, y =tiempo).

Los contenidos más elevados de sorbato de potasio residual, tanto para ciruelas deshidratadas al sol como en horno, se encuentran en la esquina superior derecha de los gráficos, que coinciden con altos valores de concentración y tiempo de aplicación.

A su vez, los valores más bajos de conservante residual obtenido, se encuentran en el centro del gráfico para ciruelas secadas al sol (Figura 1), y en la esquina inferior izquierda para ciruelas deshidratadas en horno (Figura 2), que coinciden con valores bajos de concentración y tiempo utilizados.

Se puede observar que el sorbato de potasio residual en las ciruelas deshidratadas en horno es menor (para iguales concentraciones y tiempos) y más homogéneo (lineal) que en las ciruelas secadas al sol.

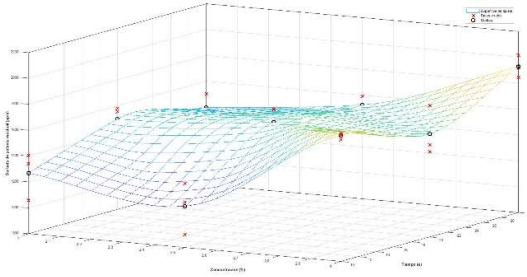


Figura 12: Gráfico de superficie para el contenido de sorbato de potasio residual en función de la concentración de la solución utilizada y el tiempo de aplicación para ciruelas deshidratadas al sol.

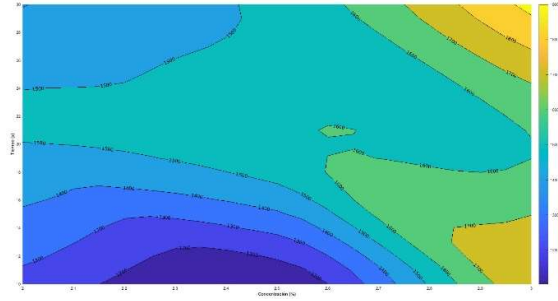


Figura 3: Gráfico de contorno o curvas de nivel para el contenido de sorbato de potasio residual en función de la concentración de la solución utilizada y el tiempo de aplicación para ciruelas deshidratadas al sol.

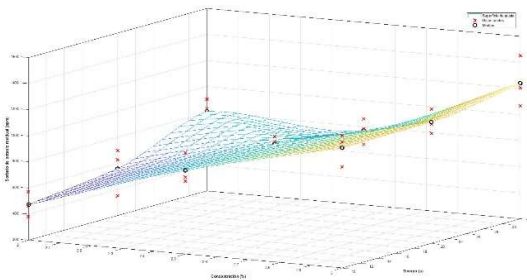


Figura 2: Gráfico de superficie para el contenido de sorbato de potasio residual en función de la concentración de la solución utilizada y el tiempo de aplicación para ciruelas deshidratadas en horno.

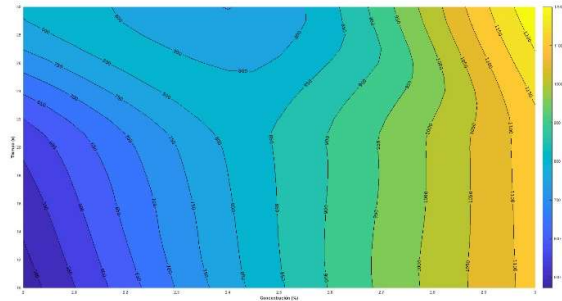


Figura 4: Gráfico de contorno o curvas de nivel para el contenido de sorbato de potasio residual en función de la concentración de la solución utilizada y el tiempo de aplicación para ciruelas deshidratadas en horno.

Se realizaron gráficos de contorno o curvas de nivel (Figuras 3 y 4) para ayudar a visualizar los datos de los gráficos de superficie presentados anteriormente. Estas curvas se caracterizan por ser puntos (x,y) sobre los cuales el valor de $z=f(x,y)$ es constante. Cuando el espacio entre las curvas de nivel es grande, la tasa de variación del contenido de sorbato de potasio residual es baja, mientras que un espaciado pequeño indica un rápido cambio de concentración. Éstos gráficos son útiles para estudiar los niveles de los factores en los cuales se produce un cambio en la forma o altura de la superficie de respuesta. Para representar los gráficos de contorno o curvas de nivel se utilizó el comando "contour" en Matlab. Las ciruelas secadas al sol (Figura 3), presentan una distribución de conservante heterogénea, sin un orden lógico de absorción. En el caso de las ciruelas deshidratadas en horno (Figura 4) se puede observar que a medida que aumenta la concentración de la solución utilizada y el tiempo de aplicación, aumenta el contenido de sorbato de potasio residual. Para no exceder las 1.000 ppm de ácido sórbico permitidas (equivalentes a 1.330 ppm de sorbato de potasio) no se deberían utilizar soluciones con una concentración mayor a 3% durante 30 segundos.

Se realizó un ANAVA (prueba LSD de Fisher utilizando $\alpha=0,05$) para comparar el contenido de sorbato de potasio residual en las ciruelas deshidratadas al sol y en horno y se obtuvo un valor de $p<0,0001$. Por lo tanto, al ser $p<0,05$, existieron diferencias significativas en el residuo del conservante. El secado de ciruelas al sol obtuvo un valor medio de 1.520 ppm mientras que, las deshidratadas en horno 867 ppm. Esto podría atribuirse a daños en la piel de las ciruelas. En la figura 5 se exhiben imágenes de las ciruelas deshidratadas por ambos métodos, tomadas con un microscopio digital. Las ciruelas secadas al sol presentaron daños en piel (a) y oxidaciones en pulpa (b), mientras que en las deshidratadas en horno no se observaron éstos fenómenos.

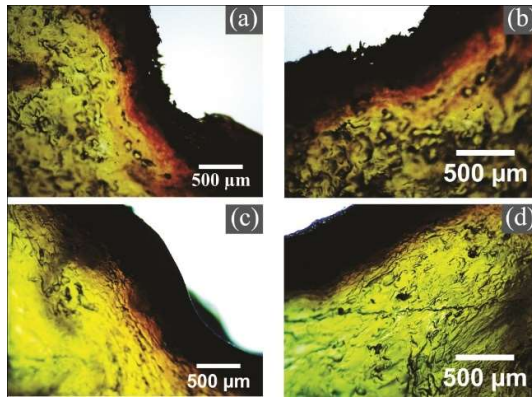


Figura 5: Microestructura de la piel de las ciruelas deshidratadas al sol y en horno. Detalle de ciruelas secadas al sol a) piel y b) pulpa. Detalle de ciruelas deshidratadas en horno c) piel y d) pulpa.

4. Conclusiones

Las ciruelas secadas al sol tienen una capacidad de rehidratación mayor que las deshidratadas en horno. A su vez, presentan mayor absorción de sorbato de potasio, con una distribución heterogénea. Esto podría atribuirse a daños en la piel de las ciruelas ocasionados por largos periodos de secado y oscilaciones térmicas.

5. Agradecimientos

Al Doctor en Ingeniería Química Mario D. Ninago, Investigador Adjunto de CONICET y docente de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria UNCuyo, por realizar las imágenes de la piel de las ciruelas.

6. Referencias

Administración Nacional De Medicamentos, Alimentos Y Tecnología Médica (ANMAT). Ministerio de Salud Presidencia de la Nación. Código Alimentario Argentino. Capítulo XI (actualizado al 02/2019): Artículo 916 bis. (https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_xi_vegetalesactualiz_2019-2.pdf; verificado: 04/abril/2019).

Chichester D. F., Tanner F. W., 1973. Chapter 3: Antimicrobial Food Additives – Sorbic Acid and its salts. CRC Handbook of Food Additives,

Second Edition, Volume I. Edited by FURIA T. E. CRC Press ISBN 9780849305429. 1016 pp.

Dean E. W., Stark D. D. 1920. A Convenient Method for the Determination of Water in Petroleum and Other Organic Emulsions. Industrial & Engineering Chemistry, 12(5), 486–490.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. (<http://www.infostat.com.ar>; verificado 22/marzo/2019)

International Organization For Standardization. 2008. ISO 5519:2008 Fruits, vegetables and derived products. Determination of sorbic acid content. Second edition.

Lück E., Jager M., 1997. Antimicrobial Food Additives: Characteristics, Uses, Effects. 2nd revised and enlarged edition, Springer Science & Business Media. 262 pp.

Sofos J N., Pierson M. D., Blocher J. C., Busta F. F., 1986. Review: Mode of action of sorbic acid on bacterial cells and spores. International Journal of Food Microbiology, 3 pp 1-17.

Sofos J. N., 2000. Chapter 23: Sorbic Acid. Natural Food Antimicrobial Systems. Editor Naidu A. S. CRC Press Boca Raton London New York Washington DC. ISBN 0-8493-2047-X. 818 pp.

Somogyi L. P., 2005. Chapter 21: Plums and Prunes. Processing Fruits Science and Technology Second Edition. Editors Barret D. M., Somogyi L. P., Ramaswami H. CRC Press Boca Raton London New York Washington, D.C. ISBN 0-8493-1478-X. 841 pp.

Stopforth J. D., Sofos J. N., Busta F. F., 2005. Chapter 3: Sorbic acid and sorbates. Antimicrobials in Food, Third Edition. Edited by Davidson P. M., Sofos J. N., Branen A. L. CRC Press, Boca Raton, FL, 49-91 ISBN 9780824740375, 720 pp.

Urfalino, D.P.; Jofré, V.; Assof, M.; Daniele, M. Y Quiroga, A. 2008. Comparación en contenidos de fenoles, flavonoides totales y color de pulpa en ciruela D'agen deshidratada a horno y a sol. XXXI Congreso Argentino de Horticultura Mar del Plata.