

Estimación del contenido de sorbato de potasio residual en ciruela tiernizada

WORLOCK, J.¹; URFALINO, D. P.²

RESUMEN

El propósito del presente trabajo fue generar una tabla para que los elaboradores de ciruela tiernizada estimen el contenido de sorbato de potasio residual en función de la concentración de conservante utilizada y del tipo de aplicación realizada (inmersión o aspersión). Se cosechó ciruela de calibre mediano (35 a 48 unidades frescas por kg) con una madurez promedio superior a 20°Brix y se deshidrató en horno hasta una humedad promedio de $21 \pm 1\%$ y una actividad acuosa promedio (a_w) de $0,682 \pm 0,013$. Posteriormente, se tiernizó en un autoclave hasta una humedad de $30 \pm 2\%$ y una a_w de $0,782 \pm 0,020$, se escurrió y se descarozó. El rendimiento promedio de ciruela de calibre mediano fue de $1,08 \pm 0,01$ kg de ciruela deshidratada para obtener 1,00 kg de ciruela tiernizada sin carozo. El residuo promedio de carozos fue de $14 \pm 1\%$. Se realizaron 8 tratamientos con 4 repeticiones de 20 unidades de ciruela tiernizada, en las cuales se aplicó sorbato de potasio en las siguientes concentraciones; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00; 2,25; 2,50; 2,75 y 3,00% mediante inmersión y aspersión. Las muestras se estabilizaron en recipientes herméticos durante veinticuatro horas. Se determinó sorbato de potasio residual con la técnica ISO 5519:2008 y se efectuó una tabla con los datos obtenidos. Para los métodos de inmersión y aspersión los residuos de sorbato de potasio obtenidos en función de las concentraciones utilizadas se ajustaron a modelos lineales y se agruparon mediante rangos. Ambos métodos presentaron diferencias significativas de residuos de sorbato de potasio. El Código Alimentario Argentino establece un contenido residual máximo de 100 ppm, el cual es insuficiente para conservar el producto final ya que se constató que la acción antimicrobiana de los sorbatos se produce entre 200 y 600 ppm (0,02 y 0,06%), dependiendo del contenido de humedad. Esto se corrobora en el Codex Alimentarius International Food Standards, el cual permite la utilización de sorbatos con un nivel máximo de 500 ppm en fruta deshidratada.

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

ABSTRACT

The purpose of this study was to generate a table for high moisture prune makers to be able to estimate the residual potassium sorbate content depending on the concentration of preservative used and the type of application made (immersion or spraying). Medium size plums (35 to 48 fresh units per kg) were harvested with an average maturity over 20°Brix and dehydrated in oven until they reached an average humidity of $21 \pm 1\%$ and an average water activity (a_w) of $0,682 \pm 0,013$. Subsequently, the softening process was done in an autoclave reaching a humidity of $30 \pm 2\%$ and a a_w of $0,782 \pm 0,020$, prunes were drained and pitted. The average performance of medium size prunes was $1,08 \pm 0,01$ kg of prunes to obtain 1,00 kg of pitted high

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rama Caída, El Vivero s/n Rama Caída (5603), San Rafael, Mendoza, Argentina. Correo electrónico: worlock.jesica@inta.gov.ar

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rama Caída (5603), El Vivero s/n Rama Caída, San Rafael, Mendoza, Argentina. Correo electrónico: urfalino.delia@inta.gov.ar

moisture prunes. The average residue of pits was $14 \pm 1\%$. 8 treatments were carried out with 4 repetitions of 20 units of high moisture prunes, in which potassium sorbate was applied using the following concentrations; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00; 2,25; 2,50; 2,75 and 3,00% through immersion and spraying. Samples were stabilized in hermetic containers for twenty-four hours. Residual potassium sorbate was determined using ISO 5519:2008 analytical technique and a table was made with the data obtained. In both methods, immersion and spray, the residual potassium sorbate obtained, depending on the concentrations used, adjusted to linear models and were grouped by ranges. Both methods showed significant differences in residual potassium sorbate. The Argentinean Alimentary Code establishes a residual maximum content of 100 ppm, which is not enough to preserve the final product, since it was found that the antimicrobial action of sorbates occurs between 200 and 600 ppm (0,02 and 0,06%) depending on the moisture content. This was corroborated in the Codex Alimentarius International Food Standards, which allows the use of sorbates with a maximum level of 500 ppm in dried fruit.

Keywords: D'agen plum; *Prunus domestica*; (2E, 4E)-hexa-2, potassium 4-dienoate.

INTRODUCCIÓN

La ciruela d'Agen es destinada principalmente a la deshidratación debido a su elevado contenido de azúcares y excelente sabor. A nivel mundial, las principales regiones productoras son California (EE. UU.), O'Higgins (Chile), Lot-Et-Garonne (Francia) y Mendoza (Argentina). La provincia de Mendoza posee una superficie productiva de 15.055 hectáreas (ha) de las 18.280,9 ha implantadas y una producción de ciruela deshidratada promedio de entre 15 y 40 mil toneladas (t). La gran variabilidad en los volúmenes de producción se debe a la ocurrencia de contingencias climáticas (heladas, viento, lluvia y granizo) y a mancha roja. En el mercado interno no hay prácticamente consumo de ciruela deshidratada, se consumen unas 3.500 t aproximadamente, el 89% restante se exporta a países tales como Rusia, Alemania, Brasil y Japón (Instituto de Desarrollo Rural, 2015). Esta situación hace que la ciruela deshidratada sea un producto de gran importancia económica para la región.

Durante la elaboración de ciruela deshidratada la fruta se somete a un proceso de secado al sol o en horno que finaliza al alcanzar una humedad del 21% o inferior. Posteriormente, se realiza el tiernizado, por exposición a vapor o agua caliente, con el objetivo de adquirir una textura agradable para el consumidor, eliminar microorganismos y facilitar el descarozado. 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.

El ácido sórbico (ácido 2,4-hexadienoico; $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH=CH-COOH}$) y sus sales de calcio y potasio, comúnmente denominados sorbatos, inhiben o retardan el crecimiento de hongos, levaduras y ciertas bacterias (Chichester y Tanner, 1973; Sofos *et al.*, 1986; Sofos, 2000; Stopforth, *et al.*, 2005). Se emplean ampliamente debido a su inercia fisiológica, efectividad antimicrobiana en pequeñas con-

centraciones y por su elevado umbral de percepción de sabor (Guadagni y Schade, 1973; Lück y Jager, 1997; Sofos, 2000; Stopforth, *et al.*, 2005). Se consideran inocuos para uso alimentario cuando se utilizan empleando buenas prácticas de manufactura (Bolin *et al.*, 1980; Stopforth *et al.*, 2005) ya que se metabolizan en el organismo a través de un mecanismo similar al de los ácidos grasos, la mayor parte se oxida a dióxido de carbono y agua, aportando 6,6 Kcal/g (Bolin *et al.*, 1980; Chichester y Tanner, 1973; Stopforth *et al.*, 2005).

Los sorbatos cumplen un rol fundamental en la conservación de alimentos de humedad intermedia como la ciruela tiernizada. Habitualmente, se utilizan en concentraciones comprendidas entre 0,02 y 0,05% (Chichester y Tanner, 1973; Stopforth *et al.*, 2005). Su efectividad depende del contenido de humedad y pH del alimento; cuanto más alta la humedad y el pH, más conservante se requerirá para inhibir la proliferación microbiana (Bolin y Boyle, 1967).

En la etapa de sorbatado, se aplica el conservante a la ciruela con un contenido de humedad superior a 29% (a_w mayor a 0,700) mediante aspersión o inmersión (Morales Frette, 1971; Somogyi, 2005).

El método de inmersión consiste en sumergir la ciruela rehidratada en una solución de sorbato de potasio durante un cierto tiempo, a una concentración y temperatura determinada.

Uno de los principales inconvenientes que presenta la aplicación de sorbato de potasio por el método de inmersión es que los azúcares contenidos en la ciruela se solubilizan en la solución y a su vez la fruta absorbe agua (Morales Frette, 1971). Esta situación dificulta la estandarización del contenido de humedad final de la ciruela, y por lo tanto, la dosis residual de sorbato de potasio puede ser menor a la requerida en el producto, ocasionando el desarrollo de hongos y levaduras con su consiguiente pérdida de calidad.

En el método "spray" o por aspersión, el conservante se aplica en forma vaporizada (reducido a gotas muy pequeñas). Este sistema asegura una aplicación del sorbato de potasio en el porcentaje residual requerido ya que no afecta el contenido de humedad final de la ciruela.

Generalmente, las concentraciones de las soluciones aplicadas por inmersión o aspersión están comprendidas entre 2% y 5% (Morales Frette, 1971; Bolin y Boyle, 1967; Stopforth *et al.*, 2005). Normalmente se utilizan a temperatura ambiente.

El Código Alimentario Argentino (C.A.A.) en el Artículo 916 bis expresa que: "Se permite el tratamiento superficial de frutas desecadas con ácido sórbico o sorbato de potasio, siempre que el contenido residual (expresado en ácido sórbico) no exceda los 100 mg/kg o ppm de fruto entero". Este artículo se encuentra incorrectamente redactado, le falta un cero al límite residual. Para ciruela tiernizada, industrias elaboradoras y normativas internacionales siempre han empleado como límite 1.000 ppm. Esto se debe a que la acción antimicrobiana del sorbato se observa entre los 200 y 600 ppm dependiendo del contenido de humedad de la fruta a conservar (Alagöz, *et al.*, 2015; Chichester y Tanner, 1973; Stafford, 1976; Stopforth, *et al.*, 2005). Actualmente, el Codex Alimentarius en la Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios ha reducido el límite máximo a 500 ppm.

Para asegurar que la ciruela tiernizada posea una adecuada cantidad del conservante, para prevenir su deterioro microbiano o para cumplir con parámetros solicitados por el país de destino (0 - 1.000 ppm), se realizan determinaciones de sorbato de potasio a través de diversas técnicas analíticas. Para ello es necesario contar con el equipamiento y personal idóneos. Sin embargo, no todos los productores y empresas elaboradoras cuentan con estos recursos. Es por ello, que el presente trabajo de investigación pretende generar una herramienta que permita a los elaboradores estimar el contenido de sorbato de potasio en ciruela d'Agen tiernizada, según dosis aplicada y método de aplicación (inmersión y aspersión).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

La ciruela (*Prunus domestica*) variedad d'Agen calibre mediano (35 a 48 unidades frescas por kg) se cosechó de los cultivos de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rama Caída (georreferencia: 34°40'03.93" S 68°23'37.80" O) con un contenido de sólidos solubles mayor a 20% y una firmeza de pulpa entre 0,211 y 0,281 kgf/cm² (equivalente a 3 - 4 libras de presión por pulgada cuadrada) El proceso de deshidratación se efectuó a una temperatura de 82 °C, con una humedad relativa promedio de 60% durante 21 horas, en el horno de la planta piloto de la EEA Rama Caída.

A la ciruela deshidratada utilizada para realizar los ensayos se le determinó contenido de a_w humedad (método de Dean Stark) y calibre (unidades de ciruela seca contenidas en 1 kg).

Estandarización del tiernizado (rehidratación) de la ciruela

El tiernizado de la ciruela deshidratada se realizó con agua y vapor a presión en una autoclave (olla a presión). Para estandarizar el proceso se realizó el siguiente procedimiento: se colocó 1 L de agua en el recipiente, se llevó a ebullición y se colocaron veinte unidades de ciruela pesadas. El tiempo total del tratamiento térmico fue de 10 minutos. Posteriormente, la ciruela tiernizada se escurrió y se descaroizó en forma manual, se pesaron los carozos y la ciruela se conservó en un envase cerrado herméticamente durante 24 horas para estabilizar la humedad. Se evaluó la a_w , humedad, residuos de carozos y rendimiento.

Tratamientos aplicados

Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones con 20 unidades pesadas de ciruela tiernizada con una humedad de $30 \pm 2\%$.

Para efectuar los ensayos se empleó sorbato de potasio p.a. (título mínimo 99%).

Luego de efectuar los tratamientos, la ciruela se colocó en recipientes cerrados herméticamente durante 24 horas para su estabilización.

Se evaluó el contenido de sorbato de potasio residual.

Técnica analítica utilizada para la determinación de sorbato de potasio

Se empleó la técnica International Standard ISO 5519:2008 Fruits, vegetables and derived products - Determination of sorbic acid content. Modificada por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial Mendoza.

Durante la aplicación de la técnica se redujeron los volúmenes de las soluciones utilizadas para disminuir la cantidad de insumos empleados, los costos y la contaminación generada al medioambiente.

Principio

Se homogeneizó la ciruela tiernizada y se extrajo cuantitativamente el sorbato de potasio por destilación con arrastre de vapor.

El sorbato de potasio presente en el destilado se determinó mediante una lectura espectrofotométrica en el rango UV.

Alcance

La técnica se aplicó para la determinación de 70 a 2.000 ppm de sorbato de potasio en ciruela tiernizada.

Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos se analizaron mediante el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2016). Se

Tratamiento	Concentración de sorbato de potasio (%)	Método de Aplicación
1	1,25	Inmersión en 400 ml de solución de sorbato de potasio por 30 segundos a temperatura ambiente.
2	1,50	
3	1,75	
4	2,00	
5	2,25	
6	2,50	
7	2,75	
8	3,00	
1'	1,25	Aspersión de 10 ml de solución de sorbato de potasio a temperatura ambiente.
2'	1,50	
3'	1,75	
4'	2,00	
5'	2,25	
6'	2,50	
7'	2,75	
8'	3,00	

Tabla 1. Tratamientos aplicados a la ciruela tiernizada.

efectuaron los siguientes análisis estadísticos: análisis de correlación, análisis de regresión lineal simple y análisis de la varianza (ANAVA) (Balzarini *et al.*, 2011).

RESULTADOS

Materia prima

La a_w promedio de la ciruela d'Agen deshidratada durante su conservación en parva fue de $0,682 \pm 0,013$ ($19,9 \pm 0,1$ °C) y su humedad promedio de $21 \pm 1\%$. Este parámetro cumple con el C.A.A. artículo 904 bis, el cual expresa que la fruta desecada no deberá contener más de 25% de agua.

El número de unidades de ciruela deshidratada contenidas en 1 kg de fruta de acuerdo a la escala del C.A.A. artículo 906 correspondió a 110/132 unidades/kg. Según el Comité de Exportadores de Ciruela de Mendoza se denomina calibre "Mediano" a 110/132 - 132/154 unidades de ciruela seca/kg (equivalente a 50/60 - 60/70 unidades por libra).

Estandarización del tiernizado (rehidratación) de la ciruela

Luego del tiernizado y estabilizado, la ciruela alcanzó una a_w promedio de $0,782 \pm 0,020$ ($19,1 \pm 0,9$ °C) y una humedad promedio del $30 \pm 2\%$. Este contenido de humedad final cumple con el C.A.A. artículo 904 bis, el cual regula un contenido de agua máximo de 35% para empacar fruta en envases herméticos.

El rendimiento promedio durante el tiernizado de ciruela de calibre mediano fue de $1,08 \pm 0,01$ kg de ciruela deshidratada para obtener 1,00 kg de ciruela tiernizada sin caro-

zo. El rendimiento depende de varios factores, entre ellos se pueden mencionar: tipo de secado al cual fue sometida la ciruela (sol u horno), calibre, contenido de sólidos solubles, humedad, descarte por defectos y tecnología empleada durante la etapa de descarozado.

El residuo promedio de carozos fue de $14 \pm 1\%$ con respecto al peso de la ciruela deshidratada.

Determinación de sorbato de potasio

Se llevó a cabo un análisis de correlación para determinar si existía una asociación entre la concentración de las soluciones aplicadas por inmersión y aspersión y el residuo de sorbato de potasio obtenido en la ciruela tiernizada. El coeficiente de correlación de Pearson (r) fue positivo para ambos métodos, presentando un valor de $r = 0,93$ para el método de inmersión y $r = 0,94$ para el de aspersión. Estos coeficientes de correlación fueron similares a los obtenidos por Alagöz *et al.* (2015) quienes evaluaron la correlación entre soluciones de sorbato de potasio aplicados a damascos rehidratados y los contenidos residuales del conservante en las muestras.

Estos resultados condujeron a la evaluación del ajuste de modelos de regresión lineal a los datos obtenidos para cada método de aplicación.

Métodos de aplicación de sorbato de potasio por inmersión y aspersión

Se efectuaron análisis de regresión lineal simple con la finalidad de construir modelos para la estimación de las me-

días del contenido de sorbato de potasio residual en ciruela tiernizada a partir de soluciones con distintas concentraciones del conservante (figuras 1 y 2).

Los coeficientes de determinación (R^2) para ambos métodos de aplicación fueron elevados, 0,86 para inmersión y 0,88 para aspersión, los cuales indican que las concentraciones de las soluciones de sorbato de potasio aplicadas, explican el 86% y 88% de la variabilidad observada en el sorbato de potasio residual determinado en la ciruela tiernizada.

Se efectuaron pruebas de falta de ajuste (lack of fit) para ambos métodos de aplicación. Se obtuvo un valor de $p = 0,1041$ para inmersión y $p = 0,7258$ para aspersión. Por lo tanto, al ser los valores de $p > 0,05$ en ambos casos, los mo-

delos lineales son apropiados para los conjuntos de datos obtenidos.

Se realizaron ANAVA (prueba DGC utilizando $\alpha = 0,01$) de los residuos de sorbato de potasio obtenidos en ciruela tiernizada en función de las concentraciones utilizadas. Para ambos métodos de aplicación, se obtuvo un valor de $p = 0,0001$, por lo tanto, al ser $p < 0,01$, existieron diferencias significativas, las cuales podían agruparse mediante rangos. Para el método de inmersión: soluciones con una concentración entre 1,25-1,75% generan residuos comprendidos entre 489 y 641 ppm; 2,00-2,25% entre 855 y 926 ppm; 2,50-2,75% entre 1126 y 1143 ppm y por último, 3,00% un residuo promedio de 1473 ppm (figura 3). Para el método

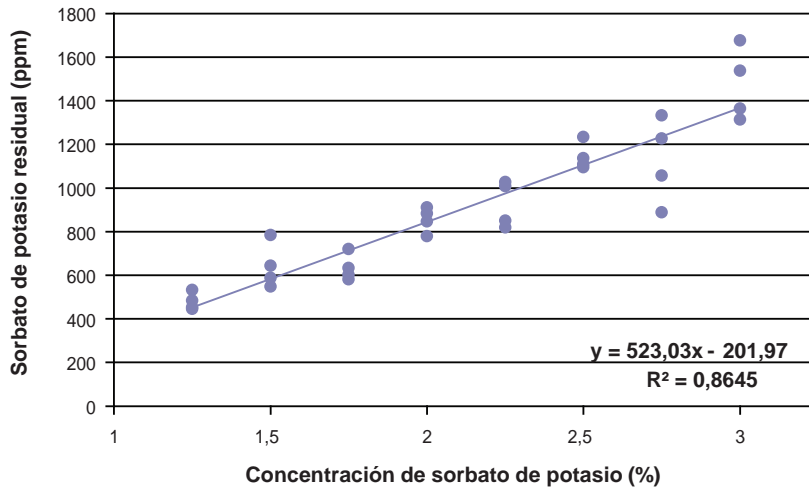


Figura 1. Regresión lineal simple para el método de aplicación de sorbato de potasio por inmersión.

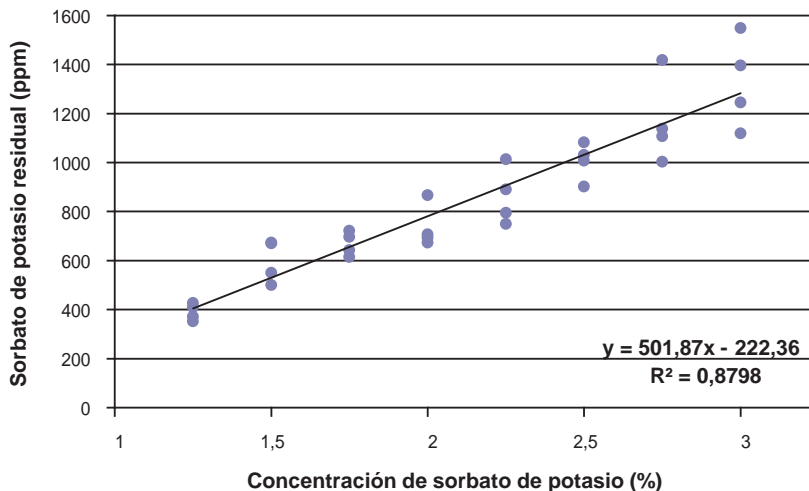


Figura 2. Regresión lineal simple para el método de aplicación de sorbato de potasio por aspersión.

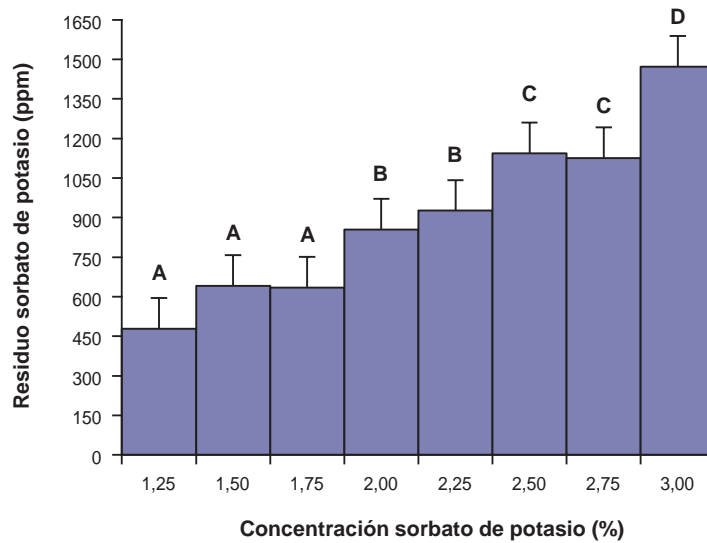


Figura 3. ANAVA entre la concentración de sorbato p.a. utilizado y el residuo obtenido en la ciruela tiernizada para el método de inmersión.

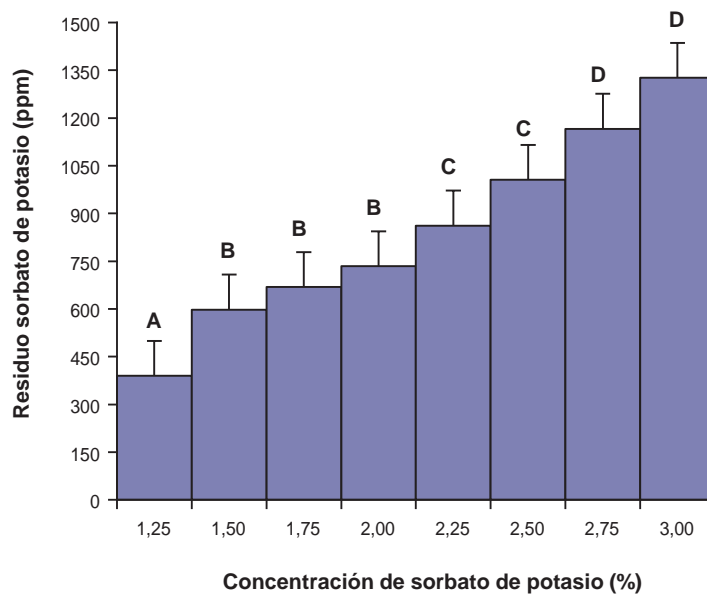


Figura 4. ANAVA entre la concentración de sorbato p.a. utilizado y el residuo obtenido en la ciruela tiernizada para el método de aspersión.

de aspersión: una solución con una concentración de 1,25% generó un residuo promedio de 390 ppm; 1,50-2,00% entre 598 y 735 ppm; 2,25-2,50% entre 862 y 1006 ppm y por último, 2,75-3,00% entre 1166 y 1327 ppm (figura 4).

Al comparar los resultados obtenidos en los ANAVA para los métodos de aplicación por inmersión y aspersión, pudo observarse que al emplear inmersión se obtenían residuos de sorbato de potasio en la ciruela más elevados que utilizando aspersión. Por lo tanto, se efectuó un ANAVA para comparar si las diferencias entre métodos de aplicación eran significativas.

Comparación entre métodos de aplicación de sorbato de potasio

Se realizó un ANAVA (prueba LSD de Fisher utilizando $\alpha = 0,05$) y se obtuvo un valor de $p = 0,0272$, por lo tanto, al ser $p < 0,05$, existieron diferencias significativas entre los métodos de aplicación de sorbato de potasio. El método de aplicación por inmersión obtuvo un valor de media (909,47 ppm) mayor que la del método de aspersión (844,11 ppm) (figura 5). Por lo tanto, este resultado permitió concluir que al emplear el método de inmersión, se obtiene una mayor concentración residual de sorbato de potasio en la ciruela tiernizada.

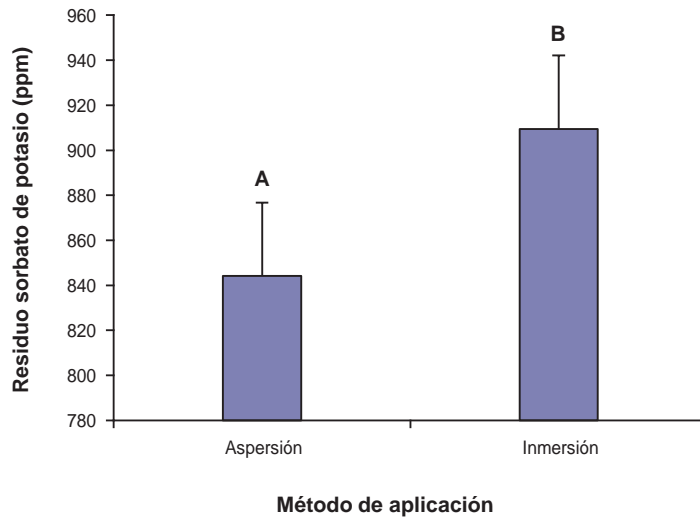


Figura 5. ANAVA entre los métodos de aplicación de sorbato de potasio.

Tabla para estimar el contenido de sorbato de potasio residual

En la tabla 2 se observan los datos obtenidos para estimar el contenido de sorbato de potasio residual en ciruela tiernizada en función de la concentración y aplicación de conservante utilizado. La tabla es válida exclusivamente para ciruela procesada con una humedad final de $30 \pm 2\%$ - a_w $0,782 \pm 0,020$. Este aspecto es importante, como

expusieron Alagöz *et al.* (2015), quienes observaron que en frutas con diferentes contenidos de humedad inmersas en soluciones de sorbato de potasio a igual concentración, aquella que poseía mayor contenido de humedad absorbía más cantidad de conservante. Este fenómeno se debía a que la fruta con mayor contenido de humedad tenía menor contenido de materia seca, por lo tanto, el flujo de la solución de sorbato de potasio era mayor que en la muestra con un menor porcentaje de humedad.

Tratamiento	Concentración de sorbato de potasio (%)	Método de Aplicación
1	1,25	Inmersión en 400 ml de solución de sorbato de potasio por 30 segundos a temperatura ambiente.
2	1,50	
3	1,75	
4	2,00	
5	2,25	
6	2,50	
7	2,75	
8	3,00	
1'	1,25	Aspersión de 10 ml de solución de sorbato de potasio a temperatura ambiente.
2'	1,50	
3'	1,75	
4'	2,00	
5'	2,25	
6'	2,50	
7'	2,75	
8'	3,00	

Tabla 2. Tabla para estimar el contenido de sorbato de potasio residual en ciruela tiernizada en función de la concentración y aplicación de conservante utilizado.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Existe una fuerte correlación entre el contenido de sorbato de potasio residual en ciruela tiernizada con respecto a la concentración y forma de aplicación del conservante.

Para los métodos de aplicación por inmersión y aspersión, los residuos de sorbato de potasio obtenidos en función de las concentraciones utilizadas, se ajustaron a modelos lineales y se agruparon mediante rangos. Para el método de aplicación por inmersión; soluciones con una concentración entre 1,25-1,75% generan residuos comprendidos entre 489 y 641 ppm; 2,00-2,25% entre 855 y 926 ppm; 2,50-2,75% entre 1126 y 1143 ppm y por último, 3,00% un residuo promedio de 1473 ppm. En el caso del método de aspersión; una solución con una concentración de 1,25% generó un residuo promedio de 390 ppm; 1,50-2,00% entre 598 y 735 ppm; 2,25-2,50% entre 862 y 1006 ppm y por último, 2,75-3,00% entre 1166 y 1327 ppm.

Los métodos de aplicación mediante inmersión y aspersión presentaron diferencias significativas en cuanto a los residuos de sorbato de potasio obtenidos en el producto. El método de aplicación por inmersión obtuvo un valor de media (909,47 ppm) mayor que el del método de aspersión (844,11 ppm). Este resultado permitió concluir que, al emplear el método de inmersión, se obtiene una mayor concentración residual de sorbato de potasio en la ciruela tiernizada. Es decir, en la aplicación por inmersión se requiere una menor dosis para obtener la misma concentración final de sorbato en el producto; sin embargo, se recomienda la aplicación de conservante mediante aspersión ya que esta no modifica la humedad final de la ciruela tiernizada y es más aséptica.

La tabla obtenida serviría como herramienta de referencia a elaboradores para estimar el contenido residual de sorbato de potasio en ciruela tiernizada, con una humedad de $30 \pm 2\%$ - a_w $0,782 \pm 0,020$, en función de la concentración y del tipo de aplicación de conservante utilizado.

Asimismo, el presente trabajo de investigación podría considerarse como un precedente para la modificación del artículo 916 bis del C.A.A., el cual regula el tratamiento superficial de frutas desecadas con ácido sórbico o sorbato de potasio, siempre que el contenido residual (expresado en ácido sórbico) no exceda los 100 ppm de fruto entero. Concentración que resulta insuficiente para lograr la conservación del producto final. Mediante el análisis bibliográfico llevado adelante se puso de manifiesto que la acción antimicrobiana de los sorbatos se produce entre los 200 y 600 ppm dependiendo del contenido de humedad de la fruta a conservar. Esto se pudo corroborar en el Codex Alimentarius International Food Standards, el cual establece en la "Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios" (NGAA, CODEX STAN 192-1995) que se permite la utilización de sorbatos (INS 200-203) con un nivel máximo de 500 ppm en fruta deshidratada.

Una futura línea de investigación en la elaboración de ciruela tiernizada debería orientarse a la obtención nuevos métodos de conservación que no impliquen la adición de

sorbato de potasio. Esto permitiría satisfacer la tendencia del mercado actual que demanda cada vez más productos naturales u orgánicos.

BIBLIOGRAFÍA

- ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE MEDICAMENTOS, ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA MÉDICA. 2017. Código Alimentario Argentino. Capítulo xi: Artículos: 819 al 981 Alimentos Vegetales. (Disponible: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp verificado: 13 de abril de 2017).
- ALAGÖZ, S.; TÜRKYILMAZ, M.; TAĞI, Ş.; ÖZKAN, M. 2015. Effects of different sorbic acid and moisture levels on chemical and microbial qualities of sun-dried apricots during storage. *Food Chemistry* 174, 356-364.
- BALZARINI, M.; DI RIENZO, J.; TABLADA, M.; GONZALEZ, L.; BRUNO, C.; CÓRDOBA, M.; ROBLEDO, W.; CASANOVES, F. 2011. Introducción a la bioestadística. Aplicaciones con Infostat en Agronomía. Editorial Brujas. p. 383.
- BOLIN, H.R.; BOYLE, F.P. 1967. Use of potassium sorbate, diethylpyrocarbonate and heat for the preservation of prunes at high moisture levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 18 (7), 289-291.
- BOLIN, H.R.; KING, A.D.; STAFFORD, A.E. 1980. Sorbic acid loss from high moisture prunes. *Journal of Food Science* 45, 1434-1435.
- CHICHESTER, D.F.; TANNER, F.W. 1973. Antimicrobial Food Additives – Sorbic Acid and its salts. En: FURIA, T.E. (Ed.). Handbook of Food Additives, Second Edition, Volume I. CRC Press, pp. 115-184.
- CODEX ALIMENTARIUS INTERNATIONAL FOOD STANDARDS. 2016. Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios, CODEX STAN 192-1995. (Disponible: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2B%2B192-1995%252FCXS_192e.pdf verificado: 21 de abril de 2017).
- COMITÉ DE EXPORTADORES DE CIRUELA DE MENDOZA. Cámara de Comercio Exterior de Cuyo. (Disponible: <http://www.cceuyo.com.ar/nodos/ver/comite-de-exportadores-de-ciruela-de-mendoza> verificado: 07 de marzo de 2017).
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. (Disponible: <http://www.infostat.com.ar> verificado: 28 de marzo de 2017).
- GUADAGNI, D.G.; SCHADE, J.E. 1973. Sensory evaluation of high-moisture dried prunes preserved with sodium benzoate. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 24 (8), 913-919.
- INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL. 2015. Informe por producto: Panorama del Sector Ciruela Deshidratada de Mendoza. Mendoza, Argentina. (Disponible: <http://www.idr.org.ar/wp-content/uploads/2016/04/Panorama-Ciruela-deshidratada-2015-.pdf> verificado 20 de abril de 2017).
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 2008. ISO 5519:2008 Fruits, vegetables and derived products. Determination of sorbic acid content. Segunda edición.
- LÜCK, E.; JAGER, M. 1997. Sorbic Acid. Antimicrobial Food Additives: Characteristics, Uses, Effects. 2nd revised and enlarged edition, Springer Science & Business Media. pp. 152-162.

MORALES FRIETTE, R. 1971. Tiernización de ciruela d'Agen (*Prunus domestica* l. variedad d'Agen), con variaciones de pre-tratamiento en la deshidratación y empleo de sorbato de potasio como estabilizador. Tesis para optar al grado de licenciado en Agronomía. Facultad de Agronomía, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago de Chile, p. 64.

SOFOS, J.N. 2000. Sorbic Acid. En: NAIDU, A.S. (Ed.). Natural Food Antimicrobial Systems. CRC Press Boca Ratón. pp. 637-660.

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 (1), 1-17.

SOMOGYI, L.P. 2005. Plums and Prunes. En: BARRET, D.M.; SOMOGYI, L.P.; RAMASWAMI, H. (Eds.). Processing Fruits Science and Technology Second Edition. CRC Press Boca Raton. pp 513-529.

STAFFORD, A.E. 1976. Rapid analysis of potassium sorbate in dried prunes by ultraviolet or colorimetric procedures. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 24 (4), 894-895.

STOPFORTH, J.D.; SOFOS, J.N.; BUSTA, F.F. 2005. Sorbic acid and sorbates. En: DAVIDSON, P.M.; SOFOS, J.N.; BRANEN, A.L. (Eds.). Antimicrobials in Food, Third Edition. CRC Press, Boca Raton, FL, 49-91. pp. 49-90.