

Desarrollo de técnicas combinadas de secado para la obtención de duraznos deshidratados con bajo contenido de sulfitos

URFALINO, D.P.¹; QUIROGA, A.

RESUMEN

En el deshidratado de durazno, la aplicación de dióxido de azufre (SO₂) juega un importante rol por su efecto antioxidante y conservante. Sin embargo el SO₂ y los sulfitos presentan efectos indeseados en la salud de los consumidores: reducen la asimilación de la vitamina B1 y pueden provocar dolores de cabeza crónicos, alteraciones en la memoria y constricciones bronquiales (mayormente en personas asmáticas). Los alimentos tratados con sulfitos son la principal fuente de ingesta del SO₂, siendo difícil su reducción o sustitución por el consecuente cambio en las propiedades sensoriales de los mismos, sobre todo en color y sabor. Así, los consumidores podrían rechazar dichas alternativas, a pesar de que éstas pudieran considerarse más saludables. El presente trabajo tuvo por objetivo lograr un producto con bajos contenidos de SO₂ a través del desarrollo de nuevos métodos de procesado e inactivación enzimática sin perder de vista su calidad. Como primera alternativa se evaluó la aplicación de microondas y escaldado con agua caliente como métodos de inactivación de la polifenoloxidasas y la peroxidasa. Por otro lado, se evaluó el deshidratado osmótico combinado con secado convectivo, comparándolo con el secado convectivo tradicional. Como parámetros de calidad en los productos finales se utilizó la velocidad de deshidratado, el color y el contenido residual de sulfitos. Los métodos de inactivación enzimática ensayados no presentaron diferencias significativas, mientras que la combinación de deshidratado osmótico con secado convectivo presentó ventajas respecto al secado convectivo tradicional, logrando un producto con un contenido significativamente menor de sulfitos, excelente color y mejores características organolépticas que los productos tradicionales (mayor volumen, mejor palatabilidad). Si bien el secado tradicional presentó tiempos de proceso totales menores al secado combinado, la calidad del producto final justifica la inclusión de la etapa de deshidratado osmótico previa al secado convectivo. La concentración de la solución hipertónica utilizada en el presente ensayo fue ajustada en ensayos previos, quedando para futuras investigaciones los análisis de vida útil de los productos obtenidos, el ajuste de los tiempos de inmersión y el posible uso de soluciones de sorbitol/xilitol en lugar de sucrosa.

Palabras clave: color, deshidratado osmótico, dióxido de azufre residual, durazno deshidratado, inactivación enzimática.

ABSTRACT

Sulphur dioxide (SO₂) is traditionally used as antioxidant and preservative in dried peaches. However, SO₂ and sulphites have undesirable effects on the health of consumers, by reducing vitamin B1 uptake, which could lead to chronic headaches and the disturbance of memory. Another risk group are asthma patients because sulphites could promote attacks. Processed foods are the main source of intake of SO₂. Reducing or replacing SO₂ runs the risk of changing the sensory properties of food products, especially colour and taste.

¹ INTA EEA Rama Caída, El Vivero S/N Rama Caída San Rafael Mendoza. e-mail: dpurfalino@correo.inta.gov.ar

Thus, consumers may refuse such food alternatives, even though these might be considered healthier. The aim of this work was to obtain a product with a low SO₂ content by developing new processing methods and enzyme inactivation without losing sight of the final product quality. Application of microwaves and hot water scalding was evaluated as methods of inactivating polyphenoloxidase and peroxidase. On the other hand, osmotic dehydration combined with convective drying was evaluated, comparing it with traditional convective drying. Velocity, colour and residual sulphite content were used as quality parameters for the product obtained. Enzyme inactivation methods tested did not present significant differences, whereas a combination of osmotic dehydration and convective drying presented advantages over the traditional convective drying. The product obtained contained lower sulfites, excellent color, and better organoleptic characteristics than traditional products (more volume, better palatability). Although traditional drying had less total processing time than the combined one, final product quality justifies the inclusion of the osmotic dehydration stage prior to convective drying. Hypertonic solution concentration used in this work was set in previous trials, leaving for further research shelf life analysis of the obtained products, immersion times and the possible use of sorbitol/xylol solutions instead of sucrose.

Keywords: colour, osmotic dehydration, sulphur dioxide, dehydrated peach, enzyme inactivation.

INTRODUCCIÓN

En los alimentos deshidratados, la pérdida de las características originales de la materia prima se manifiesta a través de la pérdida de aromas, cambios en el color y textura, y una disminución del valor nutricional [1]. En el caso de duraznos deshidratados, el color naranja luminoso acompañado por un aroma adecuado son indicadores de alta calidad [2].

En frutas de pulpa blanca, el azufrado define el color del producto final, siendo la principal función del dióxido de azufre (SO₂) la prevención del pardeamiento enzimático y no-enzimático. Este aditivo es uno de los inhibidores más efectivos de la polifenoloxidasas, además de presentar gran poder antimicrobiano y prevenir la contaminación microbiológica.

A pesar de sus efectos benéficos, se comprobó en los últimos años que personas con sensibilidad a los sulfitos, entre ellos individuos asmáticos, pueden padecer broncoespasmos al ingerir productos con SO₂ y/o sulfitos [3, 4]. Además, estos compuestos presentan otros efectos indeseados como la reducción en la asimilación de la vitamina B1, dolores de cabeza crónicos y alteraciones en la memoria [5], por lo que se están buscando alternativas para evitar su uso. El Código Alimentario Argentino ha establecido un máximo permitido de 1000 ppm en el producto final.

Los alimentos tratados con compuestos azufrados son la principal fuente de ingesta de SO₂, siendo difícil su reducción o sustitución debido al cambio en las propiedades sensoriales de los mismos, sobre todo en color y sabor. Así, los consumidores podrían rechazar dichas alternativas a pesar de ser más saludables.

Para el desarrollo de nuevas tecnologías y/o la optimización de procesos ya existentes es necesario determinar la

acción de los factores individuales y su interacción. En este sentido, el escaldado y la aplicación de microondas se presentan como alternativas para la inhibición de la actividad enzimática. La aplicación de microondas en el deshidratado de frutas no es común en escala industrial, aunque se están llevando a cabo muchas investigaciones al respecto [6].

Por otro lado, algunos autores [7, 8] afirman que el deshidratado osmótico previo al secado convectivo reduce el tiempo de procesado, inhibe la actividad enzimática, retiene el color natural de la fruta y ayuda a retener aromas volátiles durante el resto del proceso de deshidratado. Esta tecnología consiste en la inmersión del alimento en una solución hipertónica, estableciendo dos flujos en contra corriente (agua y soluto), los cuales se detienen al alcanzar el equilibrio en el sistema [9]. Este proceso ha sido ampliamente estudiado en frutas y verduras en cubos o rodajas para facilitar el estudio de los fenómenos de difusión [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13], pero no se encontraron antecedentes sobre su aplicación en frutas en mitades.

El presente trabajo tuvo por objetivo lograr un producto con bajos contenidos de SO₂ a través del estudio de métodos innovadores de procesado, preservando la calidad del producto final y garantizando la inocuidad del alimento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección y preparación de material vegetal

Los ensayos se realizaron con duraznos de la variedad Coronado, los cuales se recolectaron en la Estación Experimental Rama Caída del INTA (San Rafael, Mendoza, Argentina). El material se seleccionó por la ausencia de

defectos, y uniformidad de color y tamaño. Se realizaron cuatro tratamientos con muestras de 23 duraznos cada uno, los cuales se pelaron con soda cáustica al 2,5%, y se cortaron al medio, obteniéndose 46 mitades por tratamiento.

Tratamiento 1:

Etapas:

- 1) Control Pre-tratamiento (A).
- 2) Inmersión en agua hirviendo, 1 minuto (A’).
- 3) Inmersión en metabisulfito de sodio 5%, 3 minutos (B).
- 4) Inmersión sucrosa (55 °Brix), 24 horas (B’).
- 5) Deshidratado a 55° C en horno eléctrico¹ (C).
- 6) Producto final (D).

Tratamiento 2:

Etapas:

- 1) Control Pre-tratamiento (A).
- 2) Exposición a microondas a 540 W, 2,5 minutos, en sub-grupos de 400 g cada uno (A’).
- 3) Inmersión en metabisulfito de sodio 5%, 3 minutos (B).
- 4) Inmersión sucrosa (55 °Brix), 24 horas (B’).
- 5) Deshidratado a 55° C en horno eléctrico (C).
- 6) Producto final (D).

Tratamiento 3:

Etapas:

- 1) Control Pre-tratamiento (A).

- 2) Inmersión en metabisulfito de sodio 5%, 3 minutos (B).
- 3) Inmersión sucrosa (55 °Brix), 24 horas (B’).
- 4) Deshidratado a 55° C en horno eléctrico (C).
- 5) Producto final (D).

Tratamiento 4:

Etapas:

- 1) Control Pre-tratamiento (A).
- 2) Inmersión en metabisulfito de sodio 5%, 3 minutos (B).
- 3) Deshidratado a 55° C en horno eléctrico (C).
- 4) Producto final (D).

Las disoluciones de metabisulfito de sodio y de sucrosa se realizaron a temperatura ambiente (27 +/- 2 °C).

Las muestras que se fueron retirando se colocaron en bolsas plásticas a temperatura de refrigeración (1-4 °C) hasta el momento de su análisis (tabla I).

Descripción de análisis realizados por grupos:

- A y A’: Actividad enzimática.
- B y B’: Humedad y °Brix.
- C: peso durante el secado (cada 3 horas).
- C: actividad acuosa (a_w) y humedad en el producto final.
- D: color y SO₂ residual.

Los análisis de los grupos A al C se realizaron en el mismo día del ensayo, el grupo D se analizó en el día posterior.

Se realizaron 2 repeticiones por tratamiento.

| Tratamiento | Pelado y cortado | * | Escaldado | * | Inmersión en metabisulfito de sodio | * | Inmersión en sucrosa | * | Secado | * |
|-------------|------------------|---|-------------------------|----|-------------------------------------|---|----------------------|----|---------|---|
| T1 | SI | A | agua hirviendo 1 minuto | A' | SI | B | SI | B' | SI C | D |
| T2 | SI | A | 540 W 2,5min. | A' | SI | B | SI | B' | SI C | D |
| T3 | SI | A | NO | NO | SI | B | SI | B' | SI C | D |
| T4 | SI | A | NO | NO | SI | B | NO | NO | SI C | D |

* Identificación - Muestreo

Tabla I. Tratamientos y muestreo.

Actividad enzimática

Extracto enzimático

El extracto enzimático se obtuvo según el procedimiento descrito por Avallone y otros, 2000 [14].

Se homogeneizaron 4 g de agua a -4° C por gramo de pulpa triturada en licuadora (Phillips) 3 minutos, luego se centrifugó 15 minutos a 180 g (-4° C) en centrifuga Damon PR-J. El extracto enzimático se mantuvo a $1-4^{\circ}$ C.

Determinación de la PPO (polifenoloxidas)

La determinación de la PPO se realizó según la técnica de Poting y Joslyn (1948) [15].

En un erlenmeyer se adicionaron 3 ml de catecol 0,1 M y 96 ml de tampón fosfato 0,2 M pH 6 (sustrato), se estabilizó a baño maría (Faeta) a 30° C. Se agregó 1 ml del extracto enzimático, se homogenizó y se leyó a los 10 minutos de reacción en espectrofotómetro (Unico 3802 UV/Vis) a 425 nm, usando agua destilada como blanco.

Determinación de la presencia de PO (peroxidasa) Método cualitativo

La determinación de la PO se realizó según la técnica de Nevesky, 1950 citada por Avallone y otros (2001) [16].

A 1 ml de extracto enzimático se le adicionó 9 ml de agua ultrapura, 1 ml de agua oxigenada al 3% y 1 ml de guayacol al 1% en etanol. El ensayo se considera positivo si existe desarrollo de color marrón.

Humedad

La humedad se determinó por el método de Dean Stark [17].

Se cortaron y colocaron 10 g de muestra en balón, se agregaron 70 cm³ de tolueno. Se calentó a ebullición en aparato de Dean Stark hasta que el destilado pasó límpido. Se dejó en reposo y se efectuó la lectura en el tubo graduado, expresándose el valor en gramos por ciento.

°Brix

Se determinó en gotas del jugo procedente de la presión al tacto de la fruta, con refractómetro digital (Arcano).

Peso durante el secado

Se determinó con balanza (Acculab) de precisión de $\pm 0,001$ g.

Actividad acuosa

Se determinó en un ambiente con temperatura estable (20° C) con equipo ROTRONIC HYGROPALM. Las muestras se cortaron en trozos de aproximadamente 1 cm³, y se colocaron en cápsulas plásticas PS-40 hasta humedad de equilibrio, luego se colocaron en el equipo y se leyó con el programa "a_w quick" (error $\pm 0,005$ a_w).

SO₂ residual

Las muestras se analizaron de acuerdo al método oficial de la AOAC (2006) 990.28 Monier Williams optimizado [18].

Se colocaron 30 ml de agua oxigenada 10 volúmenes, 3 gotas de rojo de metilo y 3 gotas de hidróxido de sodio 0,1 N en probeta de 100 ml. Se vertieron 400 ml de agua destilada en balón de tres bocas. Se armó el conjunto y se realizó un barrido con nitrógeno gaseoso a través de 500 ml de carbonato de sodio al 10%, durante 5 minutos. Se añadieron al balón 20 g de muestra y 90 ml de ácido clorhídrico 4 N, se tapó y se hizo hervir el conjunto 1 hora 45 minutos en corriente de N₂. Se lavó la probeta y el refrigerante recogiendo las aguas de lavado en matraz y se tituló con hidróxido de sodio 0,1 N. La concentración de SO₂, en ppm, se calculó según la ecuación:

$$\text{SO}_2 \text{ ppm} = V \cdot 3200 / G$$

Siendo:

V = ml de hidróxido de sodio utilizado.

G = peso de muestra, en gramos.

Color.

El color se evaluó con colorímetro (Kónica-Minolta CR400). Las determinaciones se realizaron en un ambiente con temperatura estable (20° C). El instrumento se calibró con un plato cerámico de color blanco. Se utilizó el iluminante C, con el espacio de color CIE L*a*b*. En cada unidad de la muestra se tomaron 3 lecturas, variando la posición del cabezal aleatoriamente sobre la superficie externa del medallón.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron con el software Stat-Graphics Centurión XV versión 15.214 (1982 -2007).

Se realizaron análisis de varianza para evaluar diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las 4 variables (nivel de confianza 95,0%) y se realizaron Pruebas de Rangos Múltiples para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras (nivel de confianza 95,0%) a través del procedimiento de diferencia mínima significativa de Fisher.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad enzimática

La actividad de la polifenoloxidas no presentó diferencias estadísticamente significativas según el tratamiento efectuado (tabla II), mientras que el pre-tratamiento de escaldado con agua caliente logró inactivar la peroxidasa (tabla III).

Humedad y °Brix antes y después del deshidratado osmótico (D.O.)

Luego de la etapa de deshidratado osmótico, los frutos modificaron su humedad significativamente, perdieron aproximadamente 20% de humedad (tabla IV) y aumentaron sus °Brix aproximadamente 20 unidades (tabla V). Este resultado podría favorecer a la conservación de los productos

| Tratamiento/Muestreo | Promedio | Tratamiento/Muestreo | Promedio |
|----------------------|----------|----------------------|----------|
| 1A | 0,016 a | 1A' | 0,016 a |
| 2A | 0,021 a | 2A' | 0,023 a |

Tabla II.: Actividad de la PPO antes y después del escaldado. Valores promedio con letras distintas son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

| Tratamiento/Muestreo | Actividad PPO | Tratamiento/Muestreo | Actividad PPO |
|----------------------|---------------|----------------------|---------------|
| 1A | (+) | 1A' | (-) |
| 2A | (+) | 2A' | (+) |

Tabla III. Actividad de la PPO antes y después del escaldado.

mientras se realiza el secado convectivo, al encontrarse avanzado el proceso de deshidratado, mientras que el T4 comienza sin esta ventaja. La mayor pérdida de humedad e incremento de los sólidos solubles traen aparejados una menor a_w [19, 20], por lo tanto, el producto en T1, T2 y T3 será menos susceptible al ataque microbiano y disminuirá la actividad de las enzimas fenólicas reduciendo la susceptibilidad a la oxidación enzimática. Además, la transferencia de solutos ayuda a la introducción de ingredientes deseados al producto logrando una mejor preservación y mejores características nutricionales y sensoriales [10, 11].

Peso durante el secado

En los tratamientos que incluyeron la etapa de deshidratado osmótico (T1, T2 y T3) puede observarse un comportamiento similar con respecto a la pérdida de peso durante el proceso de secado, mientras que en T4 se observa una mayor velocidad de deshidratado. En igual tiempo de proceso T1, T2 y T3 perdieron un 40% de humedad mientras que T4 perdió un 60%. Esto se vio reflejado al final del proceso en la estructura volumétrica del producto final, observándose en T4 una estructura volumétrica más colapsada (observación visual, figura 2).

a_w y humedad final

Los productos obtenidos en los 4 tratamientos se deshidrataron en horno eléctrico hasta llegar a iguales contenidos de a_w y humedad final (tabla VI), con el objetivo de evitar falsas interpretaciones en las apreciaciones organolépticas del producto final.

La etapa de deshidratado convectivo necesaria para llevar al producto a iguales condiciones de a_w y humedad final fue de 39 horas, independientemente del pre-tratamiento realizado.

SO₂ residual y Color en el producto final

La inmersión en sucrosa luego del tratamiento con metabisulfito de sodio tuvo un marcado efecto en la disminución del SO₂ residual. Los tratamientos que tuvieron la etapa de deshidratado osmótico presentaron un contenido residual de SO₂ inferior a 479 +/- 181 ppm (prácticamente la mitad del máximo permitido por el Código Alimentario Argentino), mientras que T4 presentó un contenido de SO₂ residual considerablemente mayor (1540 +/- 445 ppm, tabla VII). Otros autores han estudiado los efectos de distintos pre-tratamientos con metabisulfito de sodio y metabisulfito de potasio sobre la pérdida de agua y la ganancia de solutos en

| Tratamiento/Muestreo | Humedad | Tratamiento/Muestreo | Humedad |
|----------------------|---------|----------------------|---------|
| 1 B | 86,5 a | 1 B' | 63,5 b |
| 2 B | 87,5 a | 2 B' | 65,0 b |
| 3 B | 86,0 a | 3 B' | 66,5 b |

Tabla IV. Humedad antes y luego del D.O.

| Tratamiento/Muestreo | °Brix | Tratamiento/Muestreo | °Brix |
|----------------------|--------|----------------------|--------|
| 1 B | 11,0 a | 1 B' | 34,1 b |
| 2 B | 10,1 a | 2 B' | 31,4 b |
| 3 B | 11,3 a | 3 B' | 30,3 b |

Tabla V. °Brix antes y luego del D.O.

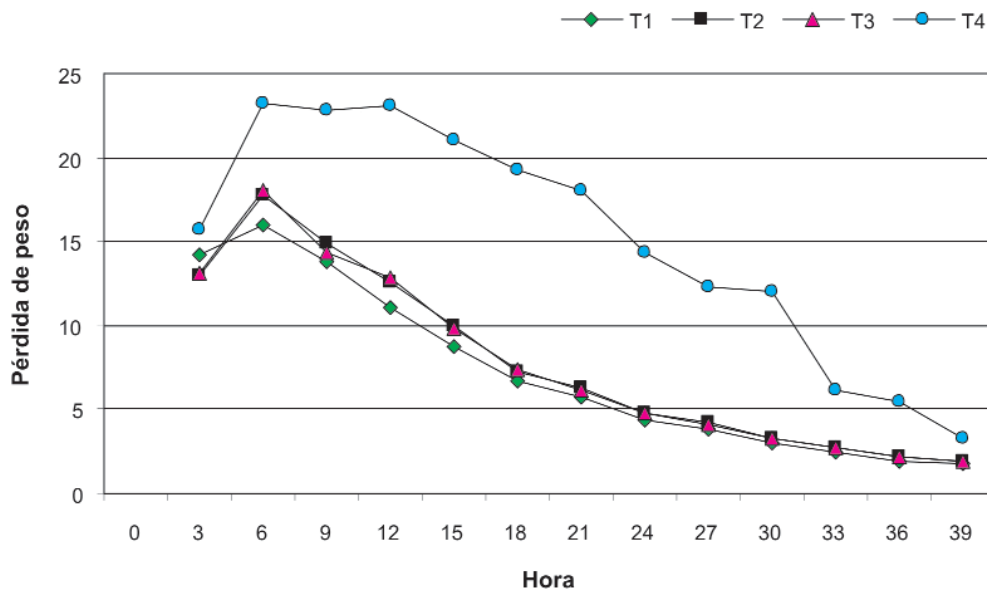


Figura 1. Evolución del peso según el tratamiento realizado durante el deshidratado de duraznos.



Figura 2. Humedad antes y luego del D.O.

deshidratado osmótico de damascos en cubos [12]; sin embargo, en la bibliografía consultada no se encontraron antecedentes de los efectos del deshidratado osmótico con sucrosa en la disminución del contenido residual del SO_2 en el producto obtenido. Durante el deshidratado osmótico el agua y pequeñas cantidades de solutos se transfieren de las frutas a la solución, y el soluto se transfiere de la solución osmótica a la fruta tendiendo a alcanzar el equilibrio [13]. Esto explicaría el flujo del metabisulfito de sodio libre y reversiblemente unido del producto hacia la solución de sucrosa.

Los 4 tratamientos realizados presentaron valores de L^* , a^* , y b^* que indican alta calidad en duraznos deshidratados. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el parámetro de color L^* entre tratamientos, sin embargo, los parámetros de color a^* y b^* presentaron

diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Los duraznos a los cuales se les realizó la etapa de deshidratado osmótico presentaron valores finales de a^* y b^* menores que los provenientes de T4 (tabla VII).

Se pudo observar que en T1, T2 y T3, a pesar de tener un contenido de SO_2 residual de casi 1/3 comparado con T4, se obtuvieron excelentes colores (figura 2).

CONCLUSIONES

Los distintos tratamientos de escaldado ensayados no inactivaron la PPO, mientras que el escaldado por inmersión en agua hirviendo durante 1 minuto (T1) fue el único que inactivó la PO. Esta inactivación puede verse reflejada en los parámetros a^* y b^* de color, aunque el resto de los tratamientos también presentaron colores finales comercialmente aceptables y de alta calidad.

La etapa de deshidratado osmótico modificó sustancialmente la humedad y los °Brix. Esto llevó a que la etapa de deshidratado incluida en T1, T2 y T3 fuera más suave y progresiva, lo cual se reflejó en un mejor aspecto volumétrico visual en el producto final. Por otro lado, los tratamientos que incluyeron la etapa de D.O. presentaron valores de SO_2 residual inferiores a las 479 +/- 181 ppm, con un excelente color y sabor intensificado debido a la presencia de azúcar. El tiempo empleado en horno para obtener un producto con aproximadamente un 20% de humedad final fue el mismo para los 4 tratamientos.

Actualmente se están llevando a cabo ensayos complementarios: vida útil para evaluar la estabilidad de estos productos en el tiempo, degustaciones para evaluar el grado de aceptación del producto y mediciones del SO_2 libre en la fruta y en el jarabe durante el proceso de intercambio osmótico con el objeto de explicar los fenómenos de difusión.

| Tratamiento/Muestreo | a_w | Humedad (%) |
|----------------------|--------|-------------|
| 1 C | 0,79 a | 22 a |
| 2 C | 0,79 a | 23 a |
| 3 C | 0,77 a | 20,5 a |
| 4 C | 0,74 a | 21 a |

Tabla VI: a_w y humedad del producto final.

| Tratamiento | L* | a* | b* | ppm SO ₂ |
|-------------|---------|---------|----------|---------------------|
| T1 | 66,74 a | 12,00 a | 68,29 a | 479,61 a |
| T2 | 67,64 a | 10,24 b | 69,99 ab | 286,43 a |
| T3 | 67,34 a | 10,67 b | 70,30 ab | 359,54 a |
| T4 | 68,75 a | 15,30 c | 78,39 b | 1540,89 b |

Tabla VII. Color y So2 residual en el producto final.

La tecnología desarrollada es económica y de fácil aplicación debido a que se trabaja con soluciones a temperatura ambiente sin agitación ni vacío. Por otro lado, su transferencia a los productores locales es directa ya que los ensayos se han realizado con duraznos en mitades que es una de las formas usuales de presentación de los duraznos deshidratados en la Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] NIJHUIS, H.H.; TORRINGA, H.M.; MURESAN, S.; YUKSEL, D.; LEGUIJT, C.; KLOEK, W. 1998 Approaches to improving the quality of dried fruit and vegetables. *Trends in Food Science and Technology* 9(1), 13-20.
- [2] LEDBETTER, C.A.; AUNG, L.A.; PALMQUIST, D.E. 2002. The effect of fruit maturity on quality and colour shift of dried 'Patterson' apricot during eight months of cold storage. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 77(5), 526-533.
- [3] FDA. 1990. Sulfuring agents; revocation of GRAS status for use on "fresh" potatoes served or sold unpackage or unlabeled to consumers. *Food and Drug Administration Federal Registration*, 55, 9826-9833.
- [4] SAPERS, G.M. 1993. Browning of foods: control by sulfites, antioxidants, and other means. *Food Technology* 47(10): 75-84.
- [5] Proyecto Europeo SO2SAY. (En línea). Disponible en: <http://www.so2say.eu/> (Verificado: 22 junio de 2010).
- [6] DROUZAS, A.E.; SCHUBERT, H. 1996. Microwave application in vacuum drying of fruits. *Journal of Food Engineering* 28, 203-209.
- [7] POKHARKAR, S. M.; PRASAD, S.; DUS, H. 1997. A model for osmotic concentration of banana slices. *Journal of food science and technology*. 34, 230-232.
- [8] OSORIO, C.; FRANCO, M. S.; CASTAÑO, M. P.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J.; MORALES A. L. 2007. Colour and flavour changes during osmotic dehydration of fruits. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 8(3), 353-359.
- [9] SERENO, A. M.; MOREIRA, D.; MARTÍNEZ, E. 2001. Mass transfer coefficients during osmotic dehydration of apple single and combined aqueous solution of sugar and salts. *Journal of Food Engineering*, 47, 43-49.
- [10] KHOYI, M. R.; HESARI, J. 2007. Osmotic dehydration kinetics of apricot using sucrose solution. *Journal of Food Engineering*, 78 (4), 1355-1360.
- [11] FORNI, E.; SORMANI, A.; SCALISE, S.; TORREGGIANI, D. 1997. The influence of sugar composition on the colour stability of osmodehydrofrozen intermediate moisture apricots. *Food Research International*, 30 (2), 87-94.
- [12] TOĞRUL, I. T.; İSPIR, A. 2008. Equilibrium distribution coefficients during osmotic dehydration of apricot. *Food and Bioprocesses Processing*, 86(4), 254-267
- [13] PARK, K. J.; BIN, A.; REIS BROD, F. P.; KYUNG, T. H.; PARK, B. 2002. Osmotic dehydration kinetics of pear D'anjou (*Pyrus communis* L.) *Journal of Food Engineering*, 52 (3), 293-298.
- [14] AVALLONE, C. M.; CRAVZOV, A. L.; MONTENEGRO, S. B.; PELLIZZARI, E. 2000. Estudio de la actividad de polifeniloxidas y proxidas en *Carica papaya* L. minimamente procesada. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000. (En línea). Disponible en: http://www1.unne.edu.ar/cyt/2000/8_exactas/e_pdf/e_020.pdf (Verificado: 21 de marzo de 2011).
- [15] POTING, J. D.; JOSLYN, M. A. 1948 Acorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. *Archives of Biochemistry*, New York, 19, 47-63.
- [16] AVALLONE, C. M.; CRAVZOV, A. L.; MONTENEGRO, S. B.; PELLIZZARI, E. 2001. Estudio de la actividad de peroxidasa, pectinesterasa y polifeniloxidas en extracto enzimático de sandía (*Citullus vulgaris* Schard). Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2001. (En línea). Disponible en: <http://www1.unne.edu.ar/cyt/2001/7-Tecnologicas/T-0.74.pdf> (Verificado: 21 de marzo de 2011).
- [17] Manual CITEF. 1987. Identidad y calidad de los alimentos frutihortícolas industrializados. Tomo II. Recopilación técnica. Centro de Investigación Tecnológica de Frutas y Hortalizas. INTI, VII, 56, 194.
- [18] AOAC, 2006. In Official methods of Analysis. N°. 990.28. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- [19] JAY, J. M. Modern food microbiology. 6ta edición. APAC Publishers. Singapore. 2000.
- [20] GABRIEL, A. A. 2008. Estimation of water activity from pH and °Brix values of some food products. *Food Chemistry*, 108, 1106-1113.