



INFLUENCIA DEL INHIBIDOR ENZIMÁTICO Y TRATAMIENTO DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y TEXTURALES DE MANZANA (*Pyrus malus*).

Alejandra N. Alvarado-López^a, Octavio Dublan-García^a, Ofelia Marquez-Molina^b, Leticia X. López-Martínez^a,

^aUniversidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Química, Departamento de Alimentos, lomarleticia@gmail.com

^bUniversidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Amecameca

RESUMEN

En la actualidad, la osmo-deshidratación es uno de los métodos de conservación de alimentos más ampliamente utilizados para el aprovechamiento de frutas, siendo un rubro de importancia económica para los países en vías de desarrollo. Cubos de manzana (*Pyrus malus*) fueron tratados con disoluciones de ácido ascórbico 1% osmodeshidratados en disoluciones concentradas (40, 50 y 60°Bx) de azúcar refinado, estándar y mascabado. Se les determinó humedad, pH, acidez, % de sólidos solubles, azúcares totales, color y textura. El porcentaje de humedad se encontró de 5 al 10% observándose que la humedad disminuye al aumentar la concentración de las disoluciones osmóticas y con la temperatura de secado. Todos los tratamientos presentan un pH de 4 a 5, por lo que es posible que la alta acidez del alimento retrase el crecimiento microbiano y con ello aumente la vida útil del producto. Las muestras tratadas con azúcar estándar y refinado presentaron el mayor contenido de sólidos solubles (27.48 y 27.92°Bx respectivamente) existiendo relación directa con el contenido de azúcares totales. El sistema CIE-L*a*b*, indicó que las muestras tratadas con azúcar mascabado presentan valores positivos de a* en comparación con las muestras de azúcar estándar y refinado indicando así tonalidades rojizas. Este estudio pretende establecer las condiciones que aseguren la obtención y estabilidad de los productos deshidratados generando así alternativas de consumo.

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las verduras y frutas contienen más de 80% de agua y por lo tanto son altamente perecederos. Debido al proceso de putrefacción, el almacenamiento a largo plazo de verduras y frutas frescas no es posible. El secado es una alternativa para reducir las pérdidas post-cosecha de frutas, y un proceso de conservación común, mediante la remoción de casi la totalidad del agua de un alimento, que permite convertir los alimentos perecederos en productos estabilizados, haciendo posible su almacenamiento durante largos períodos de tiempo (Kowalski et al., 2013). La deshidratación osmótica promueve la eliminación parcial de agua de los alimentos por inmersión en una disolución hipertónica. La fuerza impulsora para la difusión de agua desde el tejido de la planta en la solución concentrada es proporcionada por la alta presión osmótica de la disolución.

La difusión de agua es acompañada por la simultánea contra-difusión de soluto(s) de la disolución osmótica en el tejido. Puesto que la membrana responsable del transporte osmótico no es perfectamente selectiva, otros solutos presentes en las células también pueden ser lixiviados en la disolución osmótica (Chow et al., 2011; Kowalski et al., 2013).



La aplicación del pre-tratamiento osmótico reduce el tiempo de procesado, inhibe la actividad enzimática, ayuda a preservar el sabor, aroma, y color de las frutas y reduce considerablemente los cambios químicos, físicos y biológicos adversos que se producen durante el secado por convección de larga duración (Urfalino y Quiroga, 2011; Kowalski et al., 2013).

El pardeamiento enzimático es el proceso que le ocurre al alimento de origen vegetal, cuando es sometido a un proceso mecánico como pelado, corte o golpe; se debe a la presencia en los tejidos vegetales de enzimas del tipo polifenoloxidasas, cuya proteína contiene cobre, que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas. Estas prosiguen su oxidación por el O_2 del aire sobre el tejido en corte reciente, para formar pigmentos oscuros, melanoídes, por polimerización. Los compuestos de la reacción no son tóxicos, pero la preocupación de los tecnólogos es el aspecto, color y presentación de frutas y verduras, que indudablemente tienen gran importancia comercial y culinaria (Fennema, 2000). Los métodos más aplicados para inhibir el pardeamiento son la inactivación de la enzima mediante calor (escaldado), utilizando inhibidores químicos como derivados de azufre o ácidos orgánicos y la eliminación parcial o total del oxígeno aplicando atmósferas modificadas (Chow et al., 2011).

2. MÉTODOS

Manzanas (*Pyrus malus*) de tamaño uniforme y madurez comercial se obtuvieron del mercado local y fueron refrigeradas hasta su uso. Las muestras frescas presentaron las siguientes características iniciales: humedad ($84.63 \pm 0.42\%$), pH (4.27 ± 0.06), acidez titulable ($0.70 \pm 0.02\%$), azúcares totales ($11.5g \cdot 100g^{-1}$), sólidos solubles ($10.4^\circ Bx$), color ($L^* 83.62 \pm 1.53$, $a^* -6.64 \pm 0.33$, $b^* 26.2 \pm 1.91$) y textura por una prueba de penetración (Fuerza: $1540 \pm 51N$).

Para llevar a cabo la deshidratación osmótica, las manzanas se lavaron en agua de grifo y se cortaron en cubos de 1 cm^3 , los que fueron tratados con ácido ascórbico al 1%. Posteriormente las frutas se sumergieron durante 2h en disoluciones osmóticas a base de azúcar refinada, estándar y mascabado a 40, 50 y 60° Brix. El secado de las muestras se llevó a cabo a 40, 50 y 60° C durante 6 h. Los experimentos se realizaron por triplicado. A las muestras deshidratadas de manzana se les determinó humedad (NOM-116-SSA1-1994), pH (NMX-F-317-S-1978), acidez titulable (NMX-F-102-S-1978), azúcares totales (Nelson y Ting, 1956), sólidos solubles (NMX-F-103-1982), color (colorímetro Minolta) y textura (Stable Micro System). Para determinar el grado de pardeamiento enzimático se cuantificó la actividad residual de la polifenoloxidasa (Rocha y Morris, 2001) para la totalidad de los tratamientos. Se realizó un análisis de varianza o ANOVA.

3. RESULTADOS

Luego de la deshidratación osmótica, los frutos modificaron su humedad, perdieron alrededor de 80%. Debido al bajo contenido de humedad los tratamientos a $60^\circ Bx$ y secados a $60^\circ C$ serán menos susceptibles al ataque microbiano y disminuirán la actividad de las enzimas fenólicas reduciendo la susceptibilidad a la oxidación enzimática.

Conforme la temperatura de secado aumenta se produjo un aumento continuo en la pérdida de peso, así mismo, existe relación directa con la concentración de sacarosa presente en las disoluciones osmóticas. La figura 1 presenta los resultados de humedad de la manzana en respuesta a los tratamientos de secado a 40, 50 y $60^\circ C$ y a las concentraciones de la disolución osmótica.

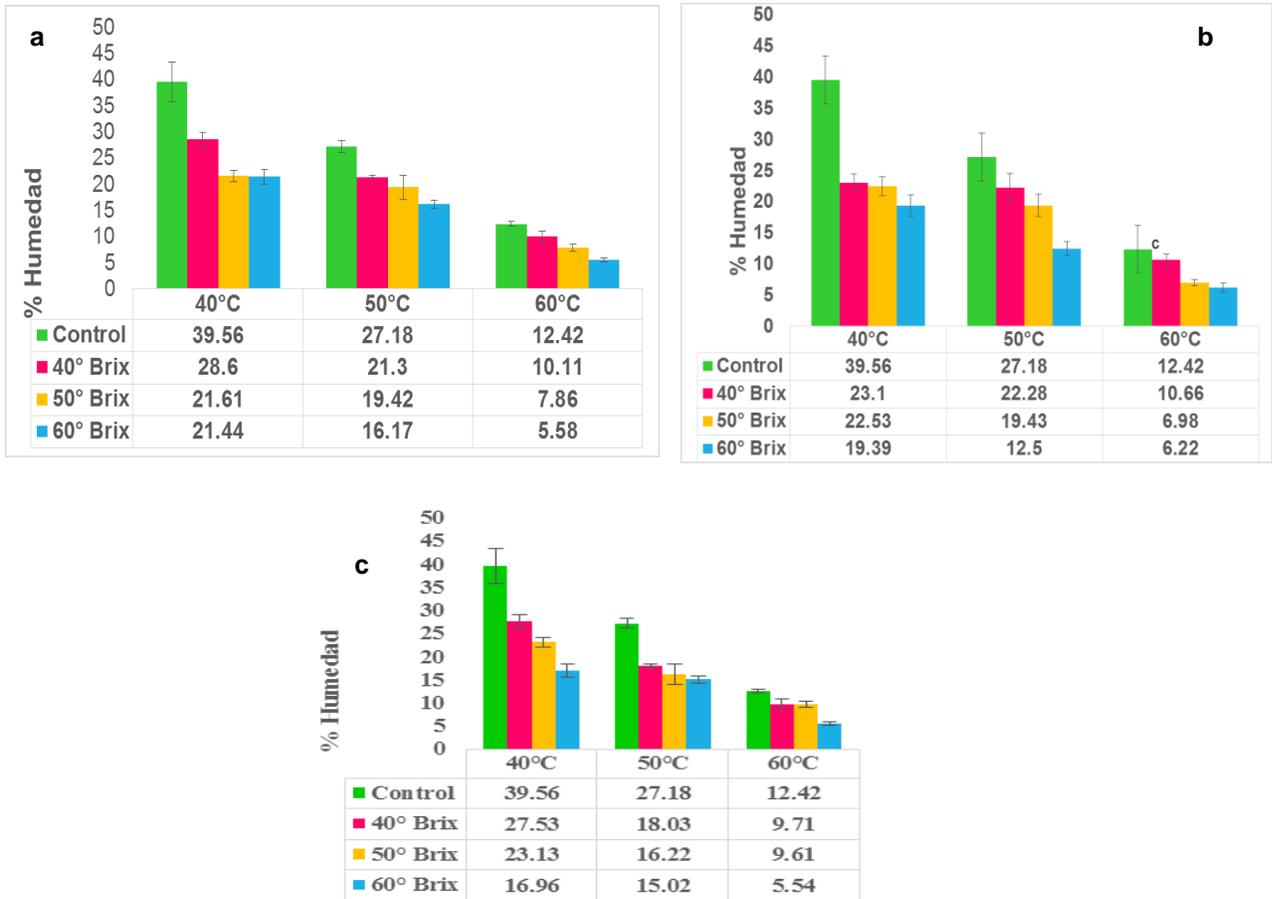


Figura 1. Humedad para las muestras de manzana osmo-deshidratadas a 40, 50 y 60° Brix con a) azúcar mascabado, b) azúcar estándar y c) azúcar refinado respectivamente.

Todas las muestras disminuyeron el valor de acidez hasta 0.32% posiblemente debido a la lixiviación de los ácidos orgánicos durante el tratamiento osmótico; el pH de las frutas no se vio afectado por las condiciones del proceso.

Durante la deshidratación osmótica, el agente osmótico normalmente penetra en la fruta mientras que el agua fluye desde el fruto a la disolución, por tal motivo los tratamientos con mayor concentración de sacarosa (60°Bx) mostraron el mayor contenido de azúcares totales siendo de $21.05g \cdot 100^{-1}$.

Para la manzana deshidratada con azúcar mascabado a las diferentes temperaturas se tiene que los sólidos solubles incrementan con la concentración de la disolución osmótica. El mismo comportamiento se observa para azúcar estándar y refinado; por lo que la concentración y tipo de azúcar favorecen la difusión de solutos aumentando la cantidad de sólidos solubles en las muestras (figura 2). La temperatura de secado no tiene efecto sobre los sólidos solubles.

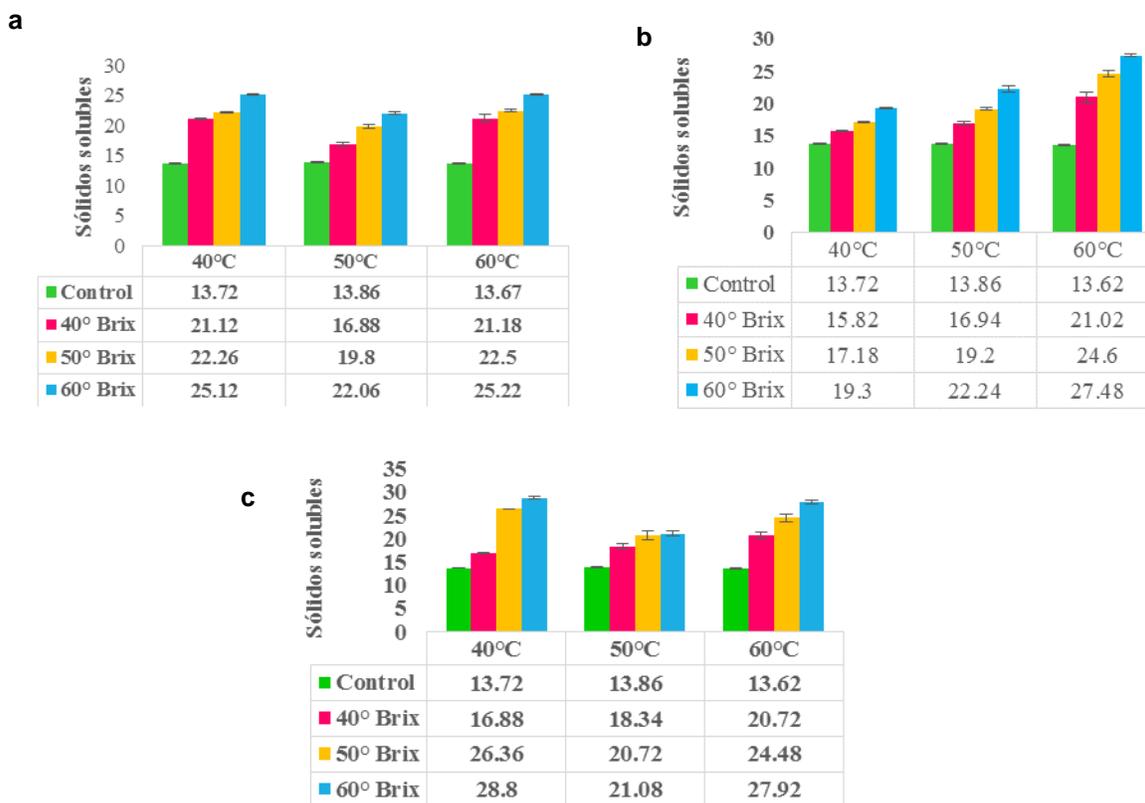


Figura 2. Sólidos solubles para las muestras de manzana osmo-deshidratadas a 40, 50 y 60° Brix con a) azúcar mascabado, b) azúcar estándar y c) azúcar refinado.

Respecto a la firmeza, posiblemente en las muestras con alto contenido de azúcares se produjo la contracción natural de la célula (plasmolisis) generando mayor firmeza en éstas muestras, 1510, 1490 y 1475N para los tratamientos con azúcar refinado, estándar y mascabado respectivamente.

Las características de color para la manzana deshidratada bajo los diferentes tratamientos se presentan en la tabla 1. Después del proceso de secado, se observa una disminución en el valor de L* para las muestras con azúcar mascabado pudiendo verse afectadas por el color intenso que el jarabe le confiere durante el tratamiento osmótico. Existe diferencia significativa para los valores de a* y b* entre tratamientos, pudiendo ser causados por la exposición al tratamiento osmótico. Finalmente las muestras con azúcar mascabado expresan un color naranja-amarillo, en comparación con las muestras con azúcar estándar, refinada y control que presentan un color amarillo-verde.

Respecto a la actividad de la polifenoloxidasa se observó que los tratamientos con azúcar estándar y refinado a 60°Bx muestran mayores porcentajes de actividad residual (52.63 y 57.89% respectivamente), posiblemente debido a que durante el secado con la temperatura y el tiempo de exposición se reduce la actividad inicial de la enzima. El tratamiento sin exposición al inhibidor enzimático presentó actividad enzimática del 54.92% existiendo relación directa con los valores de color



Tabla 1. L*, a*, b*, cromaticidad y tonalidad para manzana osmo-deshidratada con azúcar mascabado, estándar y refinado secado a 60°C

Tratamiento	L*	a*	b*	Tonalidad	Cromaticidad
Mascabado	68.17±2.78 ^c	5.09±1.83 ^c	41.31±4.2 ^b	80.14±3.83 ^a	41.68±4.2 ^b
Estándar	80.53±5.64 ^a	-2.93±1.99 ^b	33.2±2.46 ^a	93.96±3.79 ^b	33.38±2.54 ^a
Refinado	85.18±4.25 ^{a,b}	-3.8±1.8 ^b	35.8±3.94 ^a	92.5±3.67 ^b	36.05±2.57 ^a
Control	81.02±2.17 ^a	-1.31±1.18 ^a	46.52±4.6 ^c	97.64±1.94 ^{b,c}	46.56±4.55 ^{b,c}

4. CONCLUSIONES

- La deshidratación osmótica es un método de conservación adecuado para extender la vida útil de las frutas y con ello disminuir las pérdidas pos-cosecha.
- A mayor concentración de la disolución osmótica (60°Bx) y temperatura de secado (60°C) se obtienen muestras con mayor contenido de sólidos solubles y azúcares totales y menor contenido de humedad.
- El tratamiento de deshidratación osmótica no tiene efecto sobre el pH de las frutas, pero sí sobre la acidez que se ve disminuida.
- La tonalidad y cromaticidad de las frutas con azúcar estándar y refinada no son afectadas por el proceso de osmo-deshidratación, no siendo así para los tratamientos con azúcar mascabado.
- El empleo de inhibidores enzimáticos condiciona la actividad de la enzima con lo que se disminuye la aparición de pigmentos oscuros favoreciendo así la presentación final de las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chow, Yin-Nai, Loïc Louarme, Catherine Bonazzi, Jacques Nicolas, Catherine Billaud. "Apple polyphenoloxidase inactivation during heating in the presence of ascorbic acid and chlorogenic acid". Food Chemistry Vol. 129, 2011, pp. 761–767.
2. Fennema, O. Química de los alimentos. Acribia, España. 2000. pp. 189-249.
3. Kowalski S.J., Łechtańska, J.M., Szadzińska, J. "Quality aspects of fruit and vegetables dried convectively with osmotic pretreatment". Chemical and Process Engineering, Vol. 34, 1, 2013, pp. 51-62
4. Urfalino, D.P. y Quiroga, A. "Desarrollo de técnicas combinadas de secado para la obtención de duraznos deshidratados con bajo contenido de sulfites". RIA. Vol. 37, 2, 2011, pp.165-171.