

DESHIDRATACIÓN DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*) BAJO RÉGIMEN CONVECTIVO CON AIRE FORZADO

Carlos Julio Márquez C.¹ y Héctor José Ciro V.²

RESUMEN

Moras de castilla (Rubus glaucus) calibre B con un índice de color de 5 y 6, según norma técnica colombiana (NTC-4106), fueron deshidratadas por convección forzada a temperaturas de 35, 50 y 65°C utilizando un deshidratador de bandejas de flujo paralelo. La deshidratación fue llevada a cabo en dos tamaños de partícula: mora triturada y pulpa de mora. La mora triturada fue obtenida por trituración mecánica y la pulpa por licuado.

La granulometría fue hecha siguiendo la norma S319.2 American Society of Agricultural Engineers (ASAE) (1994), realizada para los dos tamaños de partículas de mora, una vez finalizado el proceso de deshidratación, a las temperaturas consideradas. Se encontró que la deshidratación con moras licuadas (pulpa de mora) es más rápida que las moras trituradas mecánicamente, alcanzándose una humedad de equilibrio menor, en menos tiempo, para todas las temperaturas evaluadas: a 35°C la humedad de equilibrio fue de 28,06% b.s para mora triturada y de 17,40% b.s para mora licuada; a 50°C fue de 20,64% b.s para mora triturada y de 15,04% b.s en mora licuada y para 65°C la humedad de equilibrio fueron de 16,60% b.s y 11,02% b.s, para moras trituradas y licuadas respectivamente.

La mora licuada deshidratada o harina de mora, presentó una mayor cantidad de material fino, con un módulo de fineza de 2,386, índice de uniformidad 0:4:6 y un diámetro promedio de partícula de 0,55 mm. En moras trituradas, se encontró un módulo de fineza de 4,93, índice de uniformidad de 7:3:0 y un diámetro promedio de partícula de 3,175 mm, la mora licuada presentó una mayor capacidad de transferencia de calor y masa haciendo más acelerado el proceso de evaporación del agua.

Palabras claves: Mora, deshidratación, secado, granulometría.

ABSTRACT

¹ Ingeniero Agrícola, M.Sc. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos. Apartado Aéreo: 568 Medellín.

² Ingeniero Agrícola, M.Sc. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos. Apartado Aéreo: 568 Medellín.

Blackberries (*Rubus glaucus*) dehydration under parallel forced airflow.

According to Colombian technical guide line (NTC:4106), blackberries (*Rubus glaucus*) with a color level between 5 y 6 and class B, were dehydrated using a tray dryer of parallel forced airflow with temperatures of 35, 50 y 65°C. This process was undertaken with two particles sizes: pieced blackberries and liquefied blackberries. Once the dehydration process was ended, a sieving determination was done following the standard S319.2 given by American Society of Agricultural Engineers (ASAE) (1994). The results showed that liquefied blackberries dry more quickly than the pieced blackberries, reaching equilibrium moisture content in less time for all temperatures evaluated: using a temperature of 35°C, the equilibrium moisture of pieced and liquefied blackberries were of 28,06% d.b and 17,40% d.b, respectively; at 50°C, the equilibrium moisture of pieced blackberry was 20,64% and 15,04% d.b to liquefied blackberries and using a temperature of 65°C, the liquefied and pieced blackberries showed a equilibrium moisture of 11,02% d.b and 16,60% d.b, respectively. The liquefied blackberries showed more fine material with a fineness module of 2,386, uniformity index of 0:4:6 and average diameter of 0,55 mm. In the pieced blackberries was found a fineness module of 4,93, uniformity index of 7:3:0 and an average diameter of 3,175 mm, which in liquefied blackberries increased the capacity of heat and mass transfer, improving the evaporation process of the water.

Key words: Blackberry, dehydration, drying, sieving.

INTRODUCCIÓN

El consumo de productos de frutas en la dieta es de vital importancia por el aporte de vitaminas, minerales, carbohidratos y demás metabolitos secundarios (antioxidantes naturales) entre otros, que brindan al consumidor nutritivos y agradables.

En países tropicales como Colombia, se producen una gran variedad de frutas, gracias a la diversidad de climas y ecosistemas que existen.

En Colombia, la producción de mora actualmente llegan a 46000 toneladas por año (año 2002), de las cuales se pierde un 20% y 30% por mal manejo poscosecha. La deshidratación es probablemente el método mas antiguo para la preservación de los alimentos. La remoción de humedad previene la reproducción y el crecimiento de microorganismos, además que

minimiza muchas de las reacciones de deterioración.

La deshidratación en alimentos, reduce el peso y volumen facilitando el empaque y transporte. Permitiendo el almacenamiento de productos en muchos casos bajo condiciones ambientales críticas, característica de especial importancia en países tropicales. Sin embargo este proceso debe ser bien controlado, ya que puede alterar las propiedades físico-químicas del producto y llevar a pérdidas de nutrientes, especialmente la vitamina C, en el caso de las frutas.

La fabricación de bebidas aromáticas, bebidas instantáneas, y otras aplicaciones tecnológicas con frutas deshidratadas, para consumo humano, se constituye en una alternativa interesante, aprovechando el aroma, sabor y color de las frutas, fuera de los demás aspectos nutricionales antes mencionados.

Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Determinar las curvas de secado para la mora en dos tamaños de partícula (licuada y triturada) y tres temperaturas: 35°C, 50°C y 65°C.
2. Presentar un análisis granulométrico de la mora licuada y triturada, definiendo su módulo de fineza, índice de uniformidad y diámetro promedio de la partícula.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Descripción de la mora (*Rubus glaucus*). La mora es una fruta no climatérica, compuesta, formada por la agregación de las carpelos, como pequeñas drupas insertadas ordenadamente sobre un corazón blando y blanco, de forma cónica que al madurar adquiere un color rojo que se torna morado al sobremadurar (Camacho, 1995).

Esta fruta se desarrolla a una altitud entre 1000 a 3600 msnm y a una temperatura de 12°C a 18°C. En Colombia existen 40 especies silvestres del género *Rubus*, y entre estas, 9 son aptas para el consumo.

El área cultivada de mora de castilla es de unas 1170 hectáreas (Camacho, 1995).

Deshidratación de frutas. Según Neira (1992), la deshidratación es una técnica relativamente simple, que facilita al consumidor la utilización de los productos preparados.

De acuerdo a Brennan (1980), la deshidratación extrae por evaporación o sublimación el agua

de un alimento mediante aplicación de calor, bajo condiciones controladas de temperatura, tiempo, flujo de aire y humedad del producto.

Okos *et al.*, citado por Heldman y Lund (1992) y Enaschecu (1995), definen la deshidratación como un método de eliminación de agua mediante un proceso de transferencia de calor y masa, donde las características del alimento y del medio deshidratante, son de relevante importancia.

La cinética de los mecanismos de transferencia de calor y masa aplicados a la deshidratación de alimentos y los diferentes equipos que se utilizan, son citados ampliamente por Charm (1971), Earle (1968), Mafart (1994), Okos *et al.* citado por Heldman y Lund (1992). Además Ghiaus ; Margaris y Papanikas (1997), definen un modelo matemático dependiente del tiempo, para el secado de frutas con aire caliente en convección forzada, basado en las propiedades físicas de las frutas y los balances de masas y energía.

Panorama de los productos deshidratados. En la actualidad los productos deshidratados son ampliamente utilizados. La disponibilidad de alimentos y la demanda de la población, crean la necesidad de conservar productos perecederos, como las frutas y las hortalizas.

Kozempel *et al.* (1989), deshidrataron moras y otras frutas por el sistema de evaporación súbita, mostrando excelentes características sensoriales y muy buenas propiedades de rehidratación, con

costos similares a los del secado tradicional con aire caliente.

Simal *et al.* (1996), deshidrataron uvas usando aire forzado a 40°C y 65-70% de humedad relativa, evaluando su almacenamiento bajo temperaturas de 14, 21, 28 y 35°C. Encontraron que al aumentar la temperatura y el tiempo de almacenamiento se presentan pérdidas nutricionales, sensoriales y se afectan las características físicas de la uva pasa.

Carbonell *et al.* (1987), deshidrataron zanahorias usando aire forzado a 1,5 m/s con una humedad relativa entre 50-60%. Las zanahorias saladas deshidratadas a 23 °C presentaron mejor estabilidad química y física que las secadas a 55°C cuando se almacenaron a temperaturas menores de 22 °C.

Robber Singh and Cunha (1997), deshidrataron osmóticamente kiwi utilizando soluciones de 60 y 72 grados Brix, complementando el procedimiento con convección forzada a 30°C, evaluando los cambios en las propiedades físico-mecánicas y ópticas del producto.

Maskan y Gogus (1998), obtuvieron las curvas de secado para mora deshidratando a 60, 70 y 80°C con aire a velocidad constante de 1,2 m/s. Encontraron que el coeficiente de difusión de agua, que caracteriza la deshidratación de la mora, varía entre $2,32 \cdot 10^{-9}$ a $2,76 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. El efecto de la temperatura sobre el coeficiente de difusión fue expresado como una relación de Arrhenius con un valor de energía de activación de 21,2 kJ/mol.

Influencia del tamaño de la partícula en el secado. Según

Cenkowski *et al.* (1998) y Charm (1971), en secado de productos por convección, es importante tener una estimación precisa de las propiedades geométricas de las partículas, específicamente del diámetro promedio, ya que es necesario para determinar los coeficientes de transferencia de masa (número de Sherwood) y calor (número de Nusselt) y propiedades del flujo tales como el número de Reynolds. El diámetro promedio y otras propiedades geométricas tales como: el área superficial y la relación área superficial/volumen, son necesarias en los modelación matemática del secado por convección.

Entre mayor sea el área superficial total del producto a secar y la relación área superficial/ volumen, cuyas propiedades directamente dependen del diámetro promedio del producto, mayor intercambio de masa y calor (Charm, 1971; Stroshine, 1999).

Según Brennan (1980), la molienda y el tamizado son operaciones básicas en mezclas de partículas sólidas aplicadas para determinar la uniformidad de los alimentos y su separación en categorías para fines específicos.

De acuerdo a Stroshine (1999), la distribución del tamaño de partículas en un alimento granular influye directamente en su manejo, almacenamiento y características de utilización donde es frecuentemente deseable controlar el tamaño de la partículas en materiales secos.

Para materiales granulares ASAE (1994) y Perry y Henderson (1966), definen el diámetro promedio y la distribución de partículas de acuerdo a la granulometría del producto, la

cual está definida por el módulo de fineza y el índice de uniformidad.

El análisis granulométrico de un alimento sólidos en conjunto con las propiedades sensoriales permite definir el grado de percepción o aceptación que puede tener tanto para el consumo humano como para el consumo animal³.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La investigación se desarrolló en la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, en el Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos, en los laboratorios de: Ingeniería de Procesos Agrícolas y de Frutas y Hortalizas, con temperatura ambiental promedio de 20 °C, humedad relativa de 60% y 1600 msnm.

Materiales. Se utilizaron moras de castilla (*Rubus glaucus*) frescas con semilla, calibre B y grado de madurez entre 5 y 6, según norma técnica colombiana NTC-4106 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1997).

Equipos.

- Balanza de precisión ohaus.
- Despulpadora con tamiz 0,5 mm, marca tecnigranos.
- Triturador mecánico de platinas, marca - VILLACOL.
- Deshidratador de bandejas de flujo paralelo, marca Dies (Diseños electrónicos S.A.) modelo D – 480-F1 (ver Figura 1).

- Balanza humidimétrica de precisión, marca Precissa.
- Sistema escaldador de vapor, marca VILLACOL.
- Molino de martillos pulverizador, Tecnigranos.
- Licuadora.
- Equipo para tamizado Rotap, testing steve shaker, No 120012 Tyler Company.
- Sistema de tamices para granulometría, Tyler estándar.
- Recipientes plásticos.

³ Comunicación personal. Profesores: Carlos Julio Márquez y Héctor José Ciro V. Dept. de Ing. Agrícola. Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín.



Figura 1. Deshidratador de bandejas.

METODOS

La investigación fue desarrollada en dos etapas. la primera, la deshidratación del producto, y la segunda el análisis granulométrico.

PRIMERA FASE

Deshidratación de la mora. Antes de iniciar los ensayos, las moras frescas fueron seleccionadas, retirando las que presentaron algún daño y luego se clasificaron de acuerdo a la norma técnica colombiana NTC 4106 dada por ICONTEC (1997), utilizando moras de calibre B, con grado de madurez entre 5 y 6. Las moras fueron trituradas en el triturador mecánico y licuadas.

Las muestras trituradas y las licuadas íntegramente (moras con semillas), fueron sometidas a un proceso de deshidratación por convección forzada en un un secador de bandejas marca DIES modelo D-

480-F1, con velocidad de 1,5 m/s, humedades relativas de equilibrio entre 35-40 % y temperaturas de 35, 50 y 65°C. Se obtuvieron así dos tamaños de partículas y tres temperaturas, para un total de seis tratamientos con dos repeticiones. Los tamaños de muestra para todos los casos, fueron de 5 kg de material triturado y licuado.

Para cada uno de los tratamientos, se considero un registro de peso de la mora y tiempo con lo cual se determinaron las respectivas curvas de secado. La humedad en base húmeda en cada instante de tiempo se determinó como:

$$M(t) = \left[\frac{W_{(t)} - (1 - M_0)W_0}{W_{(t)}} \right]$$

Donde:

$M(t)$ = Contenido de humedad en el tiempo t , base húmeda decimal.

$W_{(t)}$ = Peso de la muestra en el tiempo t , gramos.

W_0 = Peso inicial de la muestra, gramos.

M_0 = Contenido de humedad inicial, base húmeda decimal.

En base seca decimal:

$$M_{(decimal,b.s)} = \left[\frac{M(t)}{1 - M(t)} \right]$$

Una vez finalizado el proceso de deshidratación, el cual se dio por terminado cuando la diferencia en dos pesadas consecutivas fue menor de 0,1 g. La humedad final se determinó por el método de estufa de aire a convección forzada, a temperatura de 105°C, hasta peso constante siguiendo la norma S352.2 dada por ASAE (1994).

SEGUNDA FASE

Análisis granulométrico para la mora. Para la mora deshidratada se determinó su granulometría utilizando un sistema de tamices normalizado "Tyler Standard" siguiendo la norma S319.2 establecida por ASAE (1994).

El diámetro promedio geométrico de las muestras tamizadas se determinó con la siguiente expresión:

$$D_{prom} = 0,10414 * (2)^{M.F}$$

Donde:

D_{prom} = Diámetro promedio de la partícula, mm.

M.F. = Módulo de fineza del material.

Análisis estadístico. Para las curvas de secado, se realizó un análisis de regresión a un nivel del 5%. El modelo más ajustado a la data experimental de humedad versus tiempo fue seleccionado según el valor del coeficiente de correlación (r^2).

En el análisis granulométrico se aplicaron pruebas estadísticas específicas según lo especificado por la norma S319.2 dada por ASAE (1994), para la determinación del módulo de fineza e índice de uniformidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PRIMERA FASE

Deshidratación de mora. En las Figuras 2 y 3, se muestran las curvas de secado para moras licuadas y trituradas respectivamente, con temperaturas de deshidratación de 35°C, 50°C y 65°C.

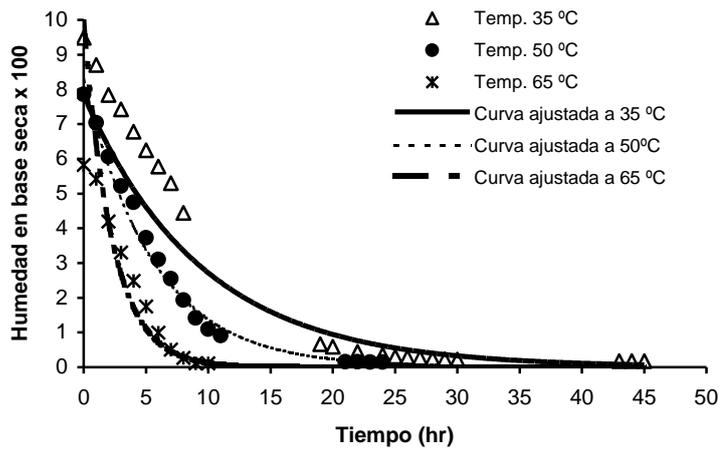


Figura 2. Curvas de secado para moras licuadas según la temperatura de deshidratación.

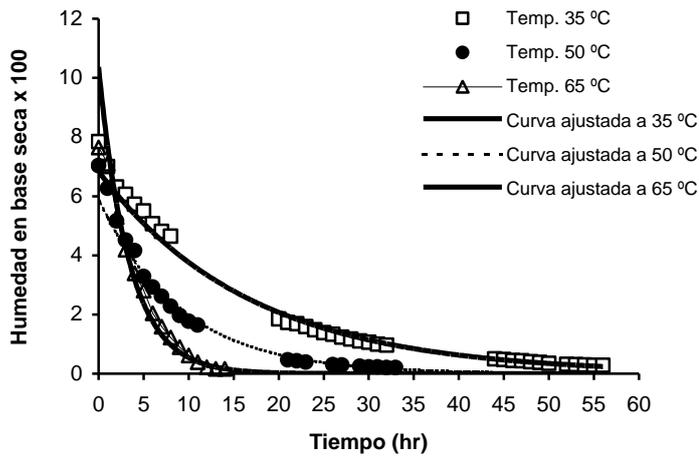


Figura 3. Curvas de secado para moras trituradas según la temperatura de deshidratación.

Los resultados (Figuras 2 y 3), indican que al aumentar la temperatura de deshidratación se alcanza mas capacidad de transporte de humedad, con lo cual se logra reducir el tiempo de secado, logrando más rápidamente el contenido de humedad de equilibrio.

En la Tabla 1, se muestra la humedad de equilibrio alcanzada por la mora cuando se deshidrata, de acuerdo a su tamaño de partícula y a las diferentes temperaturas de secado. Los resultados muestran que para un mismo tamaño de partícula, al aumentar la temperatura de secado se logra un contenido de humedad de equilibrio en menor tiempo, debido

a que la capacidad de deshidratación del sistema está en función de la temperatura utilizada.

Comparando los tamaños de las partículas, en la Tabla 1 se observa que a una temperatura dada, las moras trituradas se demoran mas tiempo para secarse, quedando además con mayores contenidos de humedad de equilibrio. Esto puede ser explicado por el hecho de que al reducir el tamaño de la partícula habrá mas superficie de intercambio disponible para la transferencia de calor y masa lo que conlleva a aumentar la evaporación superficial del agua contenida en la mora.

Tabla1. Humedad de equilibrio según la temperatura de deshidratación.

TEMPERATURA DE DESHIDRATACIÓN	MORAS LICUADAS		MORAS TRITURADAS	
	Humedad de equilibrio (% base seca)	Tiempo (horas)	Humedad de equilibrio (% base seca)	Tiempo (horas)
35 °C	17,40	45	28,06	56
50°C	15,04	24	20,64	34
65°C	11,02	10	16,60	14

Las Figuras 4, 5 y 6, muestran como influye el tamaño de partícula de la mora en el proceso de deshidratación. Se encontró, que las moras trituradas, las cuales son de

mayor tamaño, presentan un proceso de deshidratación mas lento comparado con la mora licuada en casi todo el periodo de secado.

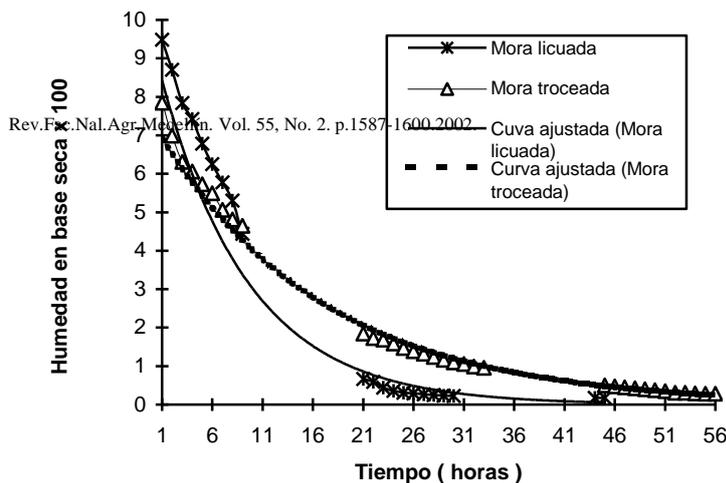


Figura 4. Curvas de deshidratación para moras licuadas y trituradas a temperatura de 35 °C.

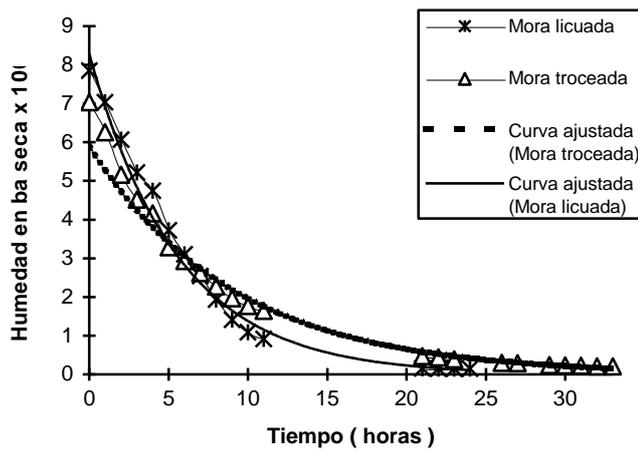


Figura 5. Curvas de deshidratación para moras licuadas trituradas a temperatura de 50 °C.

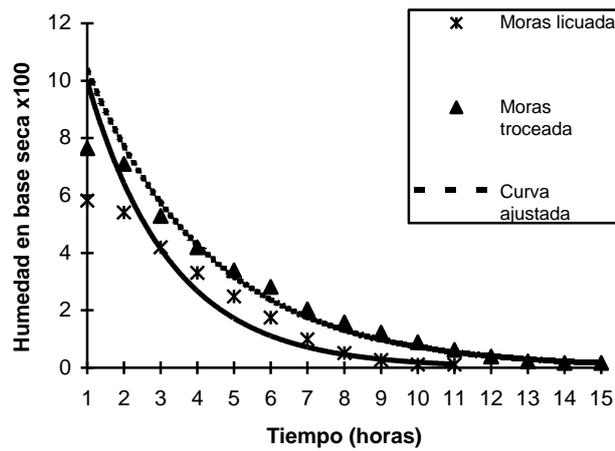


Figura 6. Curvas de deshidratación para moras licuadas y trituradas a temperatura de 65 °C.

Para las diferentes curvas de secado de mora, el análisis de regresión observó un comportamiento tipo exponencial entre la humedad y tiempo. Este comportamiento ajustado corresponde al modelo:

$$M(t) = (A e^{-Bt}) * 100$$

Donde:

A = Constante proveniente de la regresión, humedad base seca decimal.

B = Constante proveniente de la regresión, h⁻¹.

t = Tiempo de deshidratación, h.

M(t) = Humedad en cualquier tiempo (t) en % base seca.

En la Tabla 2, se observa el ajuste exponencial para los dos tamaños de partícula de mora, en función de la temperatura de deshidratación, en donde se aprecian los altos valores del coeficiente de correlación (r²) para el modelo propuesto.

El mayor ajuste lo presentó el proceso de secado a 35°C para mora triturada, mientras el menor fue a 65°C en moras licuadas. Lo anterior puede ser explicado por el hecho de que se obtuvieron mayor cantidad de datos disponibles para 35°C, mientras que para 65°C hay menos datos presentando mayor dispersión (Ver Figuras 4 y 6).

Tabla 2. Valores de las constantes y del coeficiente de correlación para el modelo exponencial de las curvas de deshidratación de moras licuadas y trituradas.

TEMPERATURA	TAMAÑO DE LA PARTÍCULA					
	MORA LICUADA			MORA TRITURADA		
	A	B	r ²	A	B	r ²
35 °C	13,379	0,1434	0,9921	7,3481	0,0604	0,9956
50 °C	9,921	0,1793	0,9896	6,5793	0,11	0,9893
65 °C	15,463	0,439	0,9487	13,926	0,2952	0,9803

SEGUNDA FASE: GRANULOMETRÍA DE LA MORA

Análisis granulométrico para la mora licuada y triturada. Los

resultados granulométricos para las moras licuadas y trituradas deshidratadas, se encuentran en la Tabla 3 y Figura 7.

Tabla 3. Características granulométricas de la mora deshidratada.

TAMAÑO DE MORA	PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO		
	Módulo de fineza (M.F)	Índice de Uniformidad (I.U)	Diámetro Promedio (D _{prom} , mm)
Triturada	4,93	7:3:0	3,175
Licuada	2,386	0:4:6	0,55

Un análisis de la Tabla 3, muestra que la moras licuadas deshidratadas presentan un módulo de fineza (M.F) de 2,386, un índice de uniformidad (I.U) de 0:4:6, lo cual representa un diámetro promedio de partícula de 0,55 mm donde en 10 partes de mora licuada deshidratada, no hay partes gruesas, 4 son medias y 6 son finas.

La mora triturada deshidratada presenta un módulo de fineza (M.F) de 4,93 con un índice de uniformidad (I.U) de 7:3:0, un diámetro promedio de 3,175 mm donde en 10 partes de mora triturada, 7 partes son gruesas, 3 son medias y no hay partes de material fino.

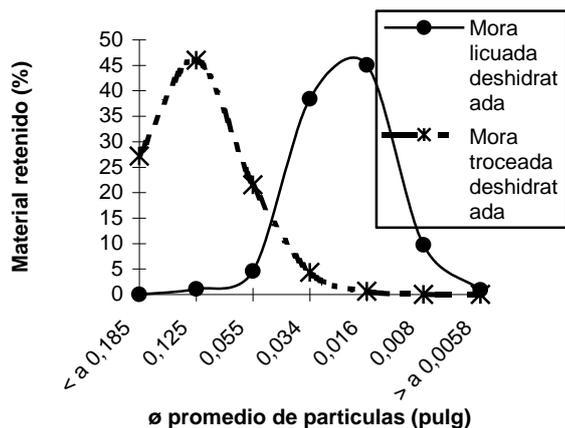


Figura 7. Distribución normal del tamaño de la partícula para moras deshidratadas licuadas y trituradas.

Por lo tanto se puede deducir, que la mora triturada corresponde a un material de tamaño de partícula gruesa, mientras que la mora licuada presenta un corresponde a un material fino, esto según la clasificación granulométrica que establece para producto agrícolas (Perry y Henderson,1966) .

CONCLUSIONES

- El proceso de deshidratación en un secador de bandeja de flujo paralelo, es conveniente realizarlo con mora licuada en lugar de mora triturada, pues el área superficial de intercambio para la transferencia de calor y masa es mayor, con lo cual se logra alcanzar un menor contenido de humedad de equilibrio en menor tiempo.
- Según las curvas de secado la mora es un producto caracterizado por una fase constante de secado y dos fases de decrecimiento.

- La relación de diámetro promedio entre la mora triturada y la mora licuada es de 6:1 y según sus módulos de fineza la mora triturada corresponden a un material grueso y la mora licuada a un material fino.
- Mediante esta aplicación tecnológica se puede utilizar íntegramente el producto, es decir con sus semillas y todas sus estructuras.

RECOMENDACIONES

- Ya que los sistemas de simulación son muy adecuados para predecir y optimizar los procesos de deshidratación y secado de productos agrícolas es indispensable determinar las características geométricas, físicas, térmicas e higroscópicas de la mora.
- Estudiar los posibles cambios nutricionales, físicos y químicos que puede sufrir la mora durante la deshidratación. En una futura

investigación se estudiarán estos aspectos.

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Standards engineering practices data. St. Joseph, Michigan: ASAE, 1994. p. 467-469.

BRENNAN, G.J.; BUTTERS, J. R.; COWELL, N.D. and LILLY, A.E.V. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Zaragoza: Acribia, 1980; p.539.

CAMACHO OLARTE, Guillermo. Obtención y conservación de pulpas de mora, guanábana, lulo y mango. Medellín: Sena, 1995. 130 p.

CARBONELL, J. V. *et al.* Dehydration of fruits and vegetables with ambient air, storage study of dried carrots. *En: Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. Vol 1, No. 27(1987); p.96-106.

CHARM, E. Stanley. The fundamentals of food engineering. Westport, Connecticut: The AVI, 1971. p.294-404

EARLE, R. L. Ingeniería de los alimentos: las operaciones básicas aplicadas a la tecnología de alimentos. 2ed. Zaragoza: Acribia, 1968; 350p.

ENASCHECU, D. MIRCEA. 1995. Fruit and vegetable processing. Roma: FAO.,1995. p.382

GHIAUS, A. G.; MARGARIS, P.D. and PAPANIKAS, G.D. Mathematical modeling of the convective drying of fruits and vegetables. *En: Journal of Food Science*. Vol.62, No.6 (1997); p.1154-1157.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Norma Técnica Colombiana -NTC 4106. Santa Fé de Bogotá: CONTEC, 1997. p.13.

KOZEMPEL, M. F.; SULLIVAN, J.F.; CRAIG, J.C and KONSTANCE, P.R. Explosion puffing of fruits and vegetables. *En: Journal of Food Science*. Vol.54, No.3 (1989); p.772-773.

MAFART, Pierre. Ingeniería industrial alimentaria: procesos físicos de conservación. Zaragoza: Acribia, 1994. p.285

MASKAN, M. and GOGUS, F. Sorption isotherms and drying characteristics of mulberry (*Morus alba*). *En: Journal of Food Engineering*. Vol.37, No.4 (1988); p.437-449.

NEIRA, Fanny. 1992. Los procesos de deshidratación en la industria de los alimentos. Santa Fé de Bogotá: ICTA., 1992. p.11.

PERRY, R.L y HENDERSON, S.M. Agricultural Process Engineering. Second edition, Estados Unidos, 1966; p.128-153

ROBBERS, M.; SINGH, P.R. and CUNHA, M. L. Osmotic convective dehydrofreezing process for drying kiwi fruits. *En: Journal of Food Science*. Vol.62, No.5 (1997);p.1039-1042.

SIMAL, S.; ROSSELLÓ, C.; SÁNCHEZ, E. and CAÑELLAS, J. 1996. Quality of raisins treated and stored under different conditions. *En: Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 44, No.10 (1996); p.3297-3302.

Aprobado para su publicación: Agosto 8 de 2002