

SECADO POR ASPERSIÓN DE NONI (*Morinda citrifolia* L.)SPRAY DRYING OF INDIAN MULBERRY (*Morinda citrifolia* L.)

Salvador González Palomares

Fecha de recepción 23 de Febrero 2009

Fecha de aceptación 8 de Junio de 2009

RESUMEN

En este trabajo se determinaron las condiciones óptimas de encapsulación y temperatura de secado por aspersión para la obtención de noni (*Morinda citrifolia* L.) en polvo con base en la retención de compuestos volátiles en el producto. Se utilizaron frutos colectados en La Huerta, Jalisco, México. Las muestras se secaron a través de método de aspersión (NIRO). Se evaluaron tres tratamientos de una mezcla encapsulante de maltodextrina DE-10 y goma xantán (1:1): T1: 0%, T2: 0.5% y T3: 1% (p/p), así como tres temperaturas de secado: 170, 190 y 210 °C. Se identificaron y cuantificaron los compuestos volátiles de las muestras antes y después del secado, usando Microextracción en Fase Sólida (SPME) y Cromatografía de Gases - Espectrometría de Masas (GC-MS). Hubo diferencia significativa ($P < 0.05$), entre las temperaturas del secado por aspersión de las muestras de noni y en los tratamientos con la mezcla encapsulante. Mediante las comparaciones de medias de Diferencia Mínima Significativa (Duncan $P < 0.05$) se determinó que las mejores condiciones fueron el tratamiento con 0.5% de la mezcla encapsulante en las muestras y una temperatura de secado de 190 °C, con base en la mayor retención de compuestos volátiles.

PALABRAS CLAVE: Producto en polvo, mezcla encapsulante, compuestos volátiles.

ABSTRACT

The optimal conditions for encapsulation and temperature of spray drying for obtaining Indian mulberry (*Morinda citrifolia* L.) powder based on the retention of volatile compounds in the product were determined in this work. The fruits were collected from "La Huerta, Jalisco, Mexico". The samples of Indian mulberry were dried by using a spray dryer (NIRO). Three treatments of an encapsulant mixture of maltodextrin-10 and xanthan gum (1:1) were assessed, they were T1: 0%, T2: 0.5% and T3: 1% (p/p), as well as three temperatures of drying: 170, 190 and 210 °C. The volatile compounds of the samples before and after drying were identified and quantified by using Solid Phase Microextraction (SPME) and Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS). A significant difference ($P < 0.05$), between the temperature of spray drying of the samples of Indian mulberry and the treatments with the encapsulant mixture was found. The comparisons of Means by Less Significant Difference (Duncan $P < 0.05$) determined that the best conditions were the treatment with

Profesor-Investigador. Academia de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Unidad de Ciencias de los Alimentos. Instituto Tecnológico Superior de La Huerta (ITSH), Av. Rafael Palomera No. 161. Col. El Maguey. C.P. 48850. La Huerta, Jalisco, México. Tel: (01357)3840440. Ext. 123.

Autor para correspondencia: chava1142@yahoo.com.mx

0.5% of the encapsulant mixture in the samples and a temperature of drying of 190 °C, based on the increased retention of volatile compounds.

KEYS WORDS: Powder product, encapsulant mixture, volatile compounds.

INTRODUCCIÓN

El noni (*Morinda citrifolia* L.) es un arbusto de la familia Rubiaceae que se produce en lugares de clima tropical y es originario de Polinesia, Malasia, Australia, India y el Sureste de Asia (Potterat y Hamburger, 2007; González y Hernández, 2008). Los principales estados de la república mexicana productores de noni son Puebla, Morelos, Chiapas, Tabasco, Veracruz, Yucatán, Campeche, Nayarit, Michoacán y Jalisco (Gutiérrez, 2008). La fruta de noni es ovoide de unos 12 cm de diámetro, de color amarillo-anaranjado y presenta una superficie llena de pequeñas protuberancias de forma poliédrica. Dicha fruta tiene propiedades medicinales, de ahí se genera el principal interés en consumirla. Desde la antigüedad, el noni se ha considerado y utilizado como medicinal. Los compuestos que contiene hacen sinergia con componentes del cuerpo humano durante su consumo y ayuda a la regeneración celular e incrementa las defensas de manera natural de las personas (Chunhieng *et al.*, 2005; Potterat y Hamburger, 2007; González y Vázquez, 2008). En Polinesia, todas las partes del noni, como son las frutas, hojas, tallos y raíces, se han utilizado en la medici-

na tradicional. Las principales propiedades medicinales son: antioxidante, antibacterial, digestivo, analgésico, reactiva la energía celular, ayuda a combatir la diabetes y la artritis, así como también tiene propiedades antitumorales (McClatchey, 2002; Wang *et al.*, 2004; Sang *et al.*, 2001; Westendorf *et al.*, 2007). La proxeronina es el componente más importante que se ha encontrado en los frutos. Al consumir la proxeronina el organismo la convierte en xeronina, que es un compuesto químico fundamental para el desarrollo de las principales reacciones bioquímicas normales del cuerpo humano. La xeronina es producida por el cuerpo humano de forma natural y su función principal es ayudar al funcionamiento normal de todas las células (Wang *et al.*, 2002; González y Vázquez, 2008). No obstante, por diversos factores, como son el gran consumo de alimentos con residuos de agroquímicos, el consumo de colorantes y saborizantes artificiales, y considerando las condiciones de cada persona, el cuerpo tiende a disminuir la producción de xeronina. Por otra parte, los compuestos volátiles y los ácidos que contiene el noni, generan un sabor amargo en esta fruta (Morton, 1992). Esta característica sensorial es común en la fruta de noni y participa en sus propiedades medicinales (Stadlbauer *et al.*, 2005). Debido a la importancia de esta fruta, la presente investigación contribuye en la obtención de noni en polvo mediante secado por aspersión y con utilidad alimenticia.

El secado por aspersión es un proceso unitario útil para deshidratar alimentos líquidos y obtener productos en polvo con mayor vida de anaquel, fácil de manejar y transportar. No obstante, existe la posibilidad de que la temperatura del secado por aspersión empleada genere degradaciones de compuestos inestables al calor, lo que propiciaría la pérdida de propiedades sensoriales del

alimento, como el aroma, el sabor y el color (González *et al.*, 2009). Para ayudar a evitar lo anterior, en el presente trabajo se aplicó la encapsulación, que consiste en envolver un material mediante una capa externa durante el secado por aspersión (Brazel, 1999). La capa externa de las micropartículas del alimento, comúnmente es conocida como pared viscoelástica, la cual es generada por el uso de encapsulantes y tiene como finalidad proteger los componentes del producto de posibles degradaciones químicas por el efecto de las temperaturas del proceso (Gibbs *et al.*, 1999).

Por lo anterior, se propuso determinar las condiciones óptimas de encapsulación y temperatura de secado por aspersión para la obtención de noni en polvo con base en la retención de compuestos volátiles en el producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en la Unidad de Ciencias de los Alimentos del Instituto Tecnológico Superior de La Huerta (ITSH), Jalisco, México.

ELABORACIÓN DEL EXTRACTO DE NONI

Se elaboró un extracto acuoso de 130 litros de frutos de noni, que tuvo un pH de 3.0 y 12% de sólidos solubles, mediante 168 horas de maceración. Se utilizó agua purificada para la elaboración del extracto. Se utilizaron frutas de noni maduras (Figura 1), las cuales se adquirieron en un mercado local de La Huerta, Jalisco, México. En total se utilizaron 10.4 kg de pulpa de noni. El pH se midió con un potenciómetro Termo Orion y la determinación de sólidos solubles en un refractómetro A'tago.

AISLAMIENTO Y ANÁLISIS DE COMPUESTOS VOLÁTILES DE NONI

Se aislaron los compuestos volátiles del noni (antes y después del secado por aspersión) mediante Microextracción en Fase Sólida (SPME) y se identificaron y cuantificaron en Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas (GC-MS), con cinco repeticiones. En la SPME se usaron viales de 40 ml, en cada vial se depositaron 20 ml de la muestra y se estabilizó durante 30 min en un termobañó a 60 °C. Para la adsorción de compuestos volátiles se empleó una fibra de divinilbenceno/carboxen (DVB/CAR/PDMS 50/30 µm), durante 30 min. Al final de la extracción, la fibra de SPME se retiró del vial, se insertó en el puerto de inyección del cromatógrafo de gases y se llevó a cabo la desorción térmica de los analitos durante 6 min. La jeringa y las fibras para SPME se adquirieron de la compañía Supelco (Bellefonte, USA).

En los análisis cualitativos y cuantitativos de compuestos volátiles del noni se usó un Cromatógrafo de Gases HP-6890 series II, acoplado a un detector selectivo de masas cuadrupolo HP-5972. La separación de los compuestos volátiles se realizó en una columna cromatográfica RTX-5 de 30 m de longitud, 0.25 mm de diámetro y 0.50 µm de espesor de la fase estacionaria (Restek Corp., Norwalk, USA). Las condiciones en que se analizaron las muestras en el equipo fueron: temperatura del inyector de 180 °C, temperatura del detector de 240 °C, temperatura inicial de 40 °C por 3 minutos, flujo de 1 ml por minuto de helio (gas acarreador) y una presión de 3 psi. La identificación de componentes volátiles se realizó por comparación espectral de los picos del cromatograma de iones totales con los compuestos de una biblioteca Wiley 275L instalada en el GC-MS. La cuantificación se basó en los porcentajes de área de los picos identificados en el cromatograma.



Figura 1. Frutas de noni utilizadas para la obtención de extracto acuoso para la determinación de pH y sólidos solubles.

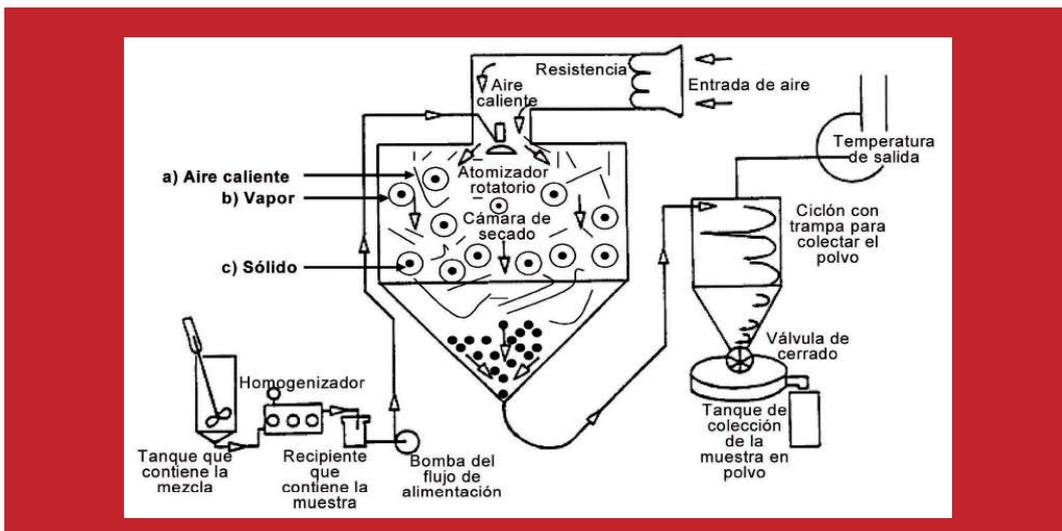


Figura 2. Diagrama del secado por aspersion de extracto de noni.

ENCAPSULACIÓN Y SECADO POR ASPERSIÓN DE NONI

Se preparó una mezcla encapsulante de maltodextrina DE-10 y goma xantán (1:1). La preparación de la encapsulación se realizó en un molino coloidal Bematek-1105-HE a 10,000 rpm, durante 10 minutos por muestra. El extracto de noni se dividió en 18 muestras de 7 L cada una, para el secado por aspersión. El extracto remanente se empleó para los demás análisis descritos. Se evaluaron tres tratamientos de la concentración de la mezcla encapsulante: T1: 0%, T2: 0.5% y T3: 1% (p/p). Cada tratamiento incluyó tres muestras, en las que se evaluaron tres temperaturas de secado por aspersión: 170, 190 y 210 °C, con una repetición. El secado de las muestras se realizó en un secador por aspersión NIRO de capacidad de 40 kg de agua evaporada durante una hora. Las demás condiciones del secado fueron constantes, el flujo de alimentación: 15%, velocidad del atomizador rotatorio: 25,000 rpm y temperatura de salida: 80 °C. Las muestras secadas por aspersión se pesaron en una balanza analítica y se envasaron en frascos de vidrio (Figura 2).

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL NONI EN POLVO

El contenido de humedad en todas las muestras de noni en polvo secado por aspersión, se determinó mediante el método de secado en estufa con base en la norma 934.06-AOAC (AOAC, 1996).

RECONSTITUCIÓN DE LAS MUESTRAS, ANÁLISIS DE COMPUESTOS VOLÁTILES Y pH

Se reconstituyeron porciones de cada muestra en agua destilada hasta obtener 12% de sólidos solubles. Para esto se usó una parrilla con agitación magnética, sin usar calentamiento. En estas muestras, se analizaron

los compuestos volátiles por el método de SPME y GC-MS (en las condiciones como se realizó antes del secado), y se determinó el pH en un potenciómetro Termo Orion.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se aplicó un análisis de varianza ANOVA ($P < 0.05$) y se realizaron las comparaciones de medias de Diferencia Mínima Significativa (DMS de Duncan con $P < 0.05$) mediante el Sistema de Análisis Estadístico (SAS). Se evaluaron estadísticamente las variables independientes: temperaturas de secado y tratamientos con la mezcla encapsulante. La evaluación fue con base en la retención de compuestos volátiles en las muestras (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

COMPUESTOS VOLÁTILES IDENTIFICADOS EN EL EXTRACTO DE NONI

En el extracto de noni se identificaron 20 compuestos volátiles: ácidos, aldehídos, ésteres y diversos (Cuadro 1). Estos compuestos tienen gran relación en la generación del aroma y sabor del noni. La SPME es un método apropiado para la extracción de los compuestos volátiles del noni y debido a que no utiliza solventes, el proceso es finalizado en un tiempo relativamente corto y no hay interferencias durante los análisis en el cromatógrafo.

Se tiene conocimiento que los mayores componentes del noni son: ácido octanoico, morindona, rubiadina, beta-sitosterol, alizarina, y ácido ursólico (Heinicke, 1985). Estos compuestos coinciden con los identificados en este trabajo en fruta de noni de La Huerta, Jalisco, México; el compuesto que se encontró en mayor proporción fue el palmitato de etilo. Las diferencias encontradas en la identificación de compuestos

Cuadro 1. Compuestos volátiles determinados en el extracto de noni.

Compuesto:	Área (%):
Ácidos	
1. Octanoico	3.11
2. Caproico	2.08
3. Caprílico	3.19
4. Ursólico	1.40
5. Aspártico	1.21
Aldehídos	
6. Malondialdehído	3.22
7. Benzaldehído	3.02
Ésteres	
8. Decanoato de etilo	3.11
9. Palmítico de etilo	3.33
10. Octanoato de etilo	1.32
Diversos	
11. Cicloartenol	2.31
12. beta-Sitosterol	2.21
13. Damnacanthal	2.77
14. Morindona	2.32
15. Morindina	2.31
16. Rubiadina	2.11
17. Eugenol	2.21
18. 1-Butanol	2.04
19. Alizarina	2.00
20. Morindadiol	2.01

Cuadro 2. Resultados del peso (g), contenido de humedad del polvo de noni (%) y pH de las muestras reconstituidas.

Tratamientos con la mezcla encapsulante:	Temperaturas de secado por aspersión (°C):		
	1) 170	2) 190	3) 210
-Muestras del tratamiento T1 (sin encapsulamiento)	M_{1,1}	M_{2,1}	M_{3,1}
a) Peso (g)	75	76	74
b) Humedad (%)	4.0	3.0	3.1
c) pH	3.0	3.0	3.2
- Muestras del tratamiento T2	M_{1,2}	M_{2,2}	M_{3,2}
a) Peso (g)	106	110	105
b) Humedad (%)	3.8	3.0	3.1
c) pH	3.0	3.0	3.1
- Muestras del tratamiento T3	M_{1,3}	M_{2,3}	M_{3,3}
a) Peso (g)	138	144	138
b) Humedad (%)	4.1	3.1	3.3
c) pH	3.0	3.0	3.2

volátiles (Heinicke, 1985), pueden deberse a que se utilizaron diferentes frutas de noni, distintos métodos y condiciones de extracción y análisis cromatográficos. Por otra parte, en la mayoría de la identificación de compuestos, a excepción del benzaldehído, eugenol y 1-butanol, fueron similares a otros trabajos (González y Vázquez, 2008) y se debe posiblemente a que se utilizaron frutas de noni producidas en la misma población de La Huerta, Jalisco, en iguales condiciones agronómicas y se cosecharon en el mismo estado de maduración (epata de madurez fisiológica). Las características físico-químicas de las muestras en polvo con los resultados del peso (g), contenido de humedad (%) y pH de las muestras de noni en polvo secadas por aspersión se presentan en el cuadro 2.

COMPUESTOS IDENTIFICADOS EN LAS MUESTRAS DE NONI SECADAS POR ASPERSIÓN

El tratamiento T1 (sin encapsulamiento) tuvo diferencia significativa ($P < 0.05$) con los tratamientos T2 y T3 en los que se usó mezcla encapsulante. Es decir, los tratamientos T2 y T3 no tuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) con base en la retención de compuestos volátiles durante el secado del noni. También hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las temperaturas de secado por aspersión con base en la retención de compuestos volátiles en las muestras de noni en polvo. Mediante las comparaciones de medias de DMS, se determinó que el tratamiento T2 con 0.5% de la mezcla encapsulante en las muestras (p/p), y una temperatura de 190 °C fueron las condiciones más adecuadas con base en una mayor eficiencia de conservación de compuestos volátiles en el producto de noni en polvo. Además, con estas condiciones de encapsulación y secado se obtuvo el saborizante natural de noni en polvo con mayor estabilidad del pH, con el máximo rendimiento y con un contenido de humedad adecuado.

COMPUESTOS IDENTIFICADOS EN LAS MUESTRAS DEL TRATAMIENTO T1

En las muestras de noni secadas por aspersión en el tratamiento T1, se conservaron 10 compuestos volátiles. Es decir, hubo retención del 50% de compuestos volátiles. Esto se debe a que en este tratamiento no se utilizó encapsulamiento. El hecho de que el resto de los compuestos volátiles identificados en el extracto de noni, ya no se identificaron después del secado por aspersión de las muestras, puede atribuirse a que se habían encontrado en concentraciones bajas, además de ser componentes de bajo peso molecular y alta volatilidad. Las concentraciones de los compuestos volátiles retenidos en las muestras de noni secadas

por aspersión del tratamiento T1 (Cuadro 3), fueron menores en comparación con las muestras de los tratamientos con encapsulamiento. En la muestra de noni secada por aspersión a 190 °C del tratamiento T1, fue en donde se conservó la mayor concentración de compuestos y con base en esto fue la mejor temperatura de secado.

Cuadro 3. Compuestos volátiles de las muestras de noni secadas por aspersión del tratamiento T1.

Compuestos volátiles retenidos:	Concentración de los compuestos (% de área) de las muestras secadas con las siguientes temperaturas de secado:		
	M _{1,1} 170 °C	M _{2,1} 190 °C	M _{3,1} 210 °C
Ácidos			
1. Octanoico	0.94 ^{ab}	1.02 ^a	0.70 ^b
2. Caproico	0.95 ^{ab}	1.00 ^a	0.74 ^b
3. Caprílico	0.80 ^b	1.11 ^a	0.77 ^b
4. Ursólico	0.30 ^b	0.53 ^a	0.30 ^b
5. Aspártico	0.19 ^b	0.40 ^a	0.20 ^b
Aldehídos			
6. Malondialdehído	0.87 ^b	1.07 ^a	0.87 ^b
Diversos			
7. beta-Sitosterol	0.69 ^b	0.99 ^a	0.45 ^c
8. Damnacanthal	0.98 ^b	1.17 ^a	1.16 ^a
9. Morindona	0.97 ^b	1.12 ^a	0.75 ^c
10. Morindina	0.68 ^c	1.00 ^a	1.00 ^a

Los datos de cada compuesto con las mismas letras en diferentes temperaturas del secado, indican que no tuvieron diferencia significativa (DMS por Duncan $P < 0.05$).

Cuadro 4. Compuestos volátiles de las muestras de noni secadas por aspersión del tratamiento T2

Compuestos volátiles retenidos	Concentración de los compuestos (% de área) de las muestras secadas con las siguientes temperaturas de secado:		
	M _{1,2} 170 °C	M _{2,2} 190 °C	M _{3,2} 210 °C
Ácidos			
1. Octanoico	2.76 ^{ab}	3.05 ^a	2.66 ^b
2. Caproico	1.84 ^{ab}	2.00 ^a	1.75 ^b
3. Caprílico	2.85 ^b	3.12 ^a	2.83 ^b
4. Ursólico	1.24 ^b	1.40 ^a	1.25 ^b
5. Aspártico	1.01 ^b	1.19 ^a	1.00 ^b
Aldehídos			
6. Malondialdehído	2.97 ^b	3.18 ^a	2.99 ^b
7. Benzaldehído	2.82 ^b	3.00 ^a	2.81 ^b
Ésteres			
8. Decanoato de etilo	2.85 ^b	3.07 ^a	2.85 ^b
9. Palmitato de etilo	3.06 ^b	3.27 ^a	3.04 ^b
10. Octanoato de etilo	0.87 ^b	1.11 ^a	0.87 ^b
Diversos			
11. Cicloartenol	1.99 ^b	2.25 ^a	1.75 ^c
12. beta-Sitosterol	2.00 ^{ab}	2.17 ^a	2.16 ^a
13. Damnacanthal	2.55 ^b	2.70 ^a	2.33 ^c
14. Morindona	2.00 ^c	2.31 ^a	2.31 ^a
15. Morindina	2.07 ^b	2.26 ^a	1.93 ^c
16. Rubiadina	1.76 ^b	2.02 ^a	1.64 ^c
17. Eugenol	1.87 ^b	2.10 ^a	1.72 ^c
18. 1-Butanol	1.80 ^b	2.02 ^a	1.71 ^c
19. Alizarina	1.79 ^b	2.00 ^a	1.66 ^c
20. Morindadiol	1.78 ^b	2.00 ^a	1.68 ^c

Los datos de cada compuesto con las mismas letras en diferentes temperaturas del secado, indican que no tuvieron diferencia significativa (DMS por Duncan P <0.05).

COMPUESTOS RETENIDOS EN LAS MUESTRAS DEL TRATAMIENTO T2

En las muestras de noni secadas por aspersión del tratamiento T2 (0.5% de la mezcla encapsulante), se conservaron los 20 compuestos volátiles, identificados originalmente en el extracto (Cuadro 4). De la misma manera que en los otros tratamientos, en la muestra de noni secada por aspersión a 190 °C, fue en donde se conservó la mayor concentración de los compuestos volátiles.

COMPUESTOS RETENIDOS EN LAS MUESTRAS DEL TRATAMIENTO T3

En las muestras de noni secadas por aspersión del tratamiento T3 (1% de la mezcla encapsulante), se retuvieron los mismos compuestos determinados en el extracto original (Cuadro 5). En los tres tratamientos, la temperatura de secado más adecuada fue la de 190 °C con base en la mayor conservación de compuestos volátiles.

Las determinaciones realizadas con los frutos de noni, fueron similares a las que se determinaron que existe efecto de la temperatura de secado por aspersión de extractos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), con base en la retención de compuestos volátiles en el producto en polvo y que la mejor es la de 190 °C (González et al., 2009). Es importante mencionar que en el presente trabajo se mejoró la conservación de compuestos volátiles durante el secado por aspersión de noni mediante el uso de la encapsulación.

Cuadro 5. Compuestos volátiles de las muestras de noni secadas por aspersión del tratamiento T3.

Compuestos volátiles retenidos:	Concentración de los compuestos (% de área) de las muestras secadas con las siguientes temperaturas de secado:		
	M _{1,3} 170 °C	M _{2,3} 190 °C	M _{3,3} 210 °C
Ácidos			
1. Octanoico	2.73 ^{ab}	3.00 ^a	2.59 ^b
2. Caproico	1.81 ^{ab}	2.00 ^a	1.71 ^b
3. Caprílico	2.80 ^b	3.10 ^a	2.82 ^b
4. Ursólico	1.21 ^b	1.37 ^a	1.18 ^b
5. Aspártico	0.86 ^b	1.10 ^a	0.87 ^b
Aldehídos			
6. Malondialdehído	2.91 ^b	3.15 ^a	2.90 ^b
7. Benzaldehído	2.76 ^b	2.98 ^a	2.74 ^b
Ésteres			
8. Decanoato de etilo	2.80 ^b	3.06 ^a	2.82 ^b
9. Palmitato de etilo	3.00 ^b	3.25 ^a	3.02 ^b
10. Octanoato de etilo	0.82 ^b	1.10 ^a	0.82 ^b
Diversos			
11. Cicloartenol	1.91 ^b	2.20 ^a	1.71 ^c
12. beta-Sitosterol	1.94 ^b	2.15 ^a	2.14 ^a
13. Damnacanthal	2.44 ^b	2.68 ^a	2.30 ^c
14. Morindona	1.97 ^c	2.29 ^a	2.30 ^a
15. Morindina	2.00 ^b	2.23 ^a	1.90 ^c
16. Rubiadina	1.78 ^b	2.00 ^a	1.60 ^c
17. Eugenol	1.81 ^b	2.07 ^a	1.69 ^c
18. 1-Butanol	1.80 ^b	2.00 ^a	1.69 ^c
19. Alizarina	1.77 ^b	1.99 ^a	1.60 ^c
20. Morindadiol	1.77 ^b	2.00 ^a	1.64 ^c

Los datos de cada compuesto con las mismas letras en diferentes temperaturas del secado, indican que no tuvieron diferencia significativa (DMS por Duncan P <0.05).

CONCLUSIONES

Con base en los compuestos identificados en este trabajo, la SPME puede ser una poderosa alternativa para la extracción de los compuestos volátiles del noni. La SPME es un método sencillo y eficiente, ya que no ocasiona interferencias en los análisis cromatográficos debido a que no utiliza solventes para la extracción.

La temperatura de secado por aspersión de noni tuvo efecto en la retención de sus compuestos volátiles, lo cual se mejoró con gran eficiencia mediante las condiciones adecuadas de secado y de encapsulación de compuestos. Las condiciones óptimas fueron con el uso de una temperatura de secado de 190 °C y 0.5% de la mezcla encapsulante en las muestras (p/p). Con el uso de la mezcla encapsulante se formó una película o pared viscoelástica que tuvo la elasticidad suficiente para adquirir la morfología de las micropartículas del producto y no tuvo fisuras, y a la vez fue lo selectivamente permeable para permitir la evaporación del agua durante el secado por aspersión del noni.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General del Instituto Tecnológico Superior de La Huerta por apoyar el desarrollo de esta investigación. Se agradece a los integrantes de la Academia de Ingeniería en Industrias Alimentarias del ITSH por su valiosa ayuda en las sugerencias en los análisis cromatográficos.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1996. Official methods of analysis. 18th. Association of Official Analytical Chemists. U.S.A.
- Brazel, C.S. 1999. Microencapsulation: offering solutions for the food industry. *Cereal Foods World*. 44:388-393.
- Chunhieng, T.; Hay, L., and Montet, D. 2005. Detailed study of the juice composition of noni (*Morinda citrifolia*) fruits from Cambodia. *Fruits*. 60:13-24.
- Gibbs, B.F.; Kermasha, S.; Alli, I., and Mulligan, C.N. 1999. Encapsulation in the food industry: a review. *J. Food Sci. Nutr.* 50:213-224.
- González, P.S.; Estarrón, E.M.; Gómez, L.J.F., and Andrade, G.I. 2009. Effect of the Temperature on the Spray Drying of Roselle Extracts (*Hibiscus sabdariffa* L.). *J. Plant Foods for Human Nutrition*. 64(1):62-67.
- González, P. S., y Hernández, E. A. 2008. Evaluación físico-química y microbiológica durante el almacenamiento de un concentrado de noni (*Morinda citrifolia* L.). *Boletín de Conciencia y Tecnología*. 4:11-17.
- González, P. S., y Vázquez, G. E. S. 2008. Caracterización de compuestos aromáticos en fruta de noni (*Morinda citrifolia* L.). *Boletín de Conciencia y Tecnología*. 3:21-26.
- Gutiérrez, D.M.A. 2008. NONI. *Morinda citrifolia* L. Jardín de la Salud de Plantas Medicinales. <http://jardindelasalud.blogspot.com/2008/12/noni-morinda-citrifolia-l.html> (Consultada en mayo del 2009).
- Heinicke, R.M. 1985. The pharmacologically active ingredient of Noni. *Bulletin Pacific Tropical Botanical Garden (USA)*. 15(1):10-14.
- McClatchey, W. 2002. From Polynesian Healers to Health Food Stores: Changing Perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae). *Integrative Cancer Therapies*. 1(2):110-120.
- Morton, J.F. 1992. The ocean-going or Indian mulberry (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae) and some of its 'colorful' relatives. *J. Econ Botany*. 46:241-56.
- Potterat, O., and Hamburger, M. 2007. *Morinda citrifolia* (Noni) Fruit – phytochemistry, pharmacology, safety. *Planta Med.* 73:191-199.
- Sang, S.; Cheng, X.; Zhu, N.; Wang, M.; Jhoo, J.W., and Stark, R.E. 2001. Iridoid glycosides from the leaves of *Morinda citrifolia*. *J. Nat Prod.* 64:799-800.

- SAS. 1999. Statistical Analysis System, Replace 8.0. SAS Institute Inc. Cary, NC; U.S.A.
- Stadlbauer, V.; Fickert, P.; Lackner, C.; Schmerlaib, J.; Krisper, P.; Trauner, M., and Stauber R.E. 2005. Hepatotoxicity of noni juice: Report of two cases. *World J. Gastroenterol.* (30):58-60.
- Wang, M.Y.; Brett, J.W.; Jarakae, J.; Diane, N.; Su, C.; Afa, P., and Gary, A. 2002. *Morinda citrifolia* (Noni): A literature review and recent advances in Noni research. *Acta Pharmacol Sin.* 23(12):1127-1141.
- Westendorf, J.; Effenberger, K.; Iznaguen, H., and Basar, S. 2007. Toxicological and analytical investigations of noni (*Morinda citrifolia*) fruit juice. *J. Agric. Food Chem.* 55(2):529-537.

Forma correcta de citar este trabajo:

González-Palomares, S. 2009. Encapsulación y secado por aspersión de noni. (*Morinda citrifolia* L.) U. Tecnociencia 3 (1) 47 - 57