



OBTENCIÓN DE POLVO DE PAPAYA DE MONTE (*Carica pubescens*) POR ATOMIZACIÓN

José Concha Valencia (1) Américo Guevara Pérez (2) Miguel Araujo Vargas (2)
1. Bach. en Industrias Alimentarias 2. Mg. Sc. Ing. en Industrias Alimentarias. Profesor Principal de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima Perú.

Resumen

El presente trabajo de investigación permitió determinar la secuencia de operaciones para obtener papaya de monte deshidratada por atomización a saber: selección clasificación, lavado-desinfectado, precocido, triturado, tratamiento enzimático, prensado, estandarizado-homogenizado, deshidratado, envasado y almacenado. Se determinó que la temperatura de conservación de la fruta es 12°C y 90 a 95% de humedad relativa y que para ser procesada, debe contener: 5.8 a 6 °Brix, pH 4.5, 5.0 lb.- F. de penetración y color de la piel amarillo claro. De las pruebas realizadas con el objeto de mejorar la extracción, mejores resultados se obtuvieron al trabajar con fruta triturada, precocida (100°C por 12 min.) tratada con 0.5 % de Pectinex Ultra SPL por 60 minutos y posterior extracción mediante prensado. Bajo estas condiciones se logró los mejores rendimientos, color y nutrientes. Se optimizó el proceso de secado al utilizar 1.8% de goma arábiga como encapsulante y temperaturas de entradas del aire 180°C. Al trabajar con temperaturas mayores las muestras experimentaban cambios de color, con tendencia a quemarse. De las pruebas de almacenamiento, se concluyó que los productos obtenidos son estables, experimentando un comportamiento similar en los empaques de aluminio y polietileno.

Palabras Clave: Papaya, Atomización, Proceso de Deshidratación

Abstract

This research work allowed to determine the sequence of operations to obtain wild paw dehydrated by atomization, that is: selection classification, disinfections, precooked, crushed, enzymatic treatment, pressing, standardization homogenization, dehydration, packing and storage. It was determined that the temperature of conservation of the fruit is 12°C and 90 at 95% RH and for its processing it should contain: 5.8 at 6 °Brix, pH 4.5, 5.0 Ib-F of penetration and clear yellow color of the skin. From the tests carried out in order to improving the extraction, the best results were obtained when working with crushed and precooked fruit, (100°C for 12 min.) treated fruit with 0.5% of Ultra Pectinex SPL for 60 minutes and later extraction by means of pressing. Under these conditions it is possible to achieve the best yields, color and nutrients. It was optimized the drying process when using 1.8% of Gum arabic as capsule and temperatures of our 180°C. When working with smaller temperatures the product tended to stick in the walls of the dryer and with higher temperature the samples experienced color change with tendency to

burn. From the storages tests, it was concluded that the obtained products are stable, observing a similar behavior in the aluminum and polyethylene packings.

Keywords: Papaya, Atomization, Deshidratation Process

INTRODUCCION

El desarrollo de las investigaciones referidas a la Ciencia y Tecnología ha traído consigo el interés de aplicar los mejores métodos de conservación y/o transformación con el objeto de preservar las bondades del alimento, para lograr que la calidad inicial no se vea mayormente afectada.

La papaya de monte, fruta de consumo popular es un alimento de importancia, no sólo por sus características sensoriales si no también por las bondades nutricionales que posee, como son los minerales y las vitaminas. Es estacional y se cultiva mayormente en el sur del Perú, siendo el departamento de Arequipa el principal productor, convirtiéndose en un fruto tradicional de esa región. Esta fruta es susceptible al deterioro lo que tiende a acortar el tiempo de vida útil, por lo que se hace necesario buscar alternativas de transformación de tal modo que se obtengan productos estables con el tiempo y que puedan estar a disposición durante todas las épocas del año.

En este sentido la deshidratación por atomización representa una alternativa viable para conseguir productos de alto valor comercial, debido a: reducción del peso, facilidad de conservación, calidad del producto en general y por la diversidad en su uso.

Por lo expuesto, se decidió llevar a cabo la presente investigación planteando los siguientes objetivos:

- ⇒ Determinar los parámetros de procesamiento para deshidratar papaya de monte por atomización.
- ⇒ Evaluar su estabilidad en almacenaje.

MATERIALES Y METODOS

Lugar de Ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los Laboratorios de Físicoquímica, Microbiología y Planta Piloto de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina - Lima entre los años 2000 y 2001.

Materia Prima e Insumos

Se utilizó papaya de monte (*Carica pubescens*), clasificada como de 1ra (11 y 7 cm. de largo y diámetro, respectivamente), proveniente del departamento de Arequipa. Los insumos fueron:

- ⇒ Enzima Pectinex Ultra SPL-Novo Goma Arábica
- ⇒ CMC

Materiales y Equipos

- ⇒ Cámara de refrigeración
- ⇒ Secador por rociada. Niro Atomizer. Modelo 53.M0-2/A
- ⇒ Pulpeadora Refinadora Bertuzzi. N de fábrica PAS 217
- ⇒ Prensa hidráulica, manual. Marca APEX. Type A-14. London
- ⇒ Balanza Analítica. Ohaus. Mod. N° APZ105
- ⇒ Molino de Martillos. Marca Fagromin. Mod. 1 x 5 Ind. Peruana
- ⇒ Molina Coloidal, Koruma Tipo N° 1 Masch. No 1244 Boujach
- ⇒ Colorímetro Lovibond Marca Lovibond Schafield Modelo E
- ⇒ Espectrofotómetro. Espectronic Genesis Milton Ray.
- ⇒ Refractómetro de mano, Marca Atago (0-32%)
- ⇒ Viscosímetro Capilar Cannon Fenske N° 150 y 350
- ⇒ Viscosímetro Rotacional, Brookfield RVT.
- ⇒ Penetrómetro de mano FRUTI PRESSURE TESTER

Métodos de Análisis

a.- Análisis Físico – Químicos

- ⇒ Proximal, pH, acidez titulable, sólidos Solubles, por el método de la AOAC (1984).
- ⇒ Vitamina C, por método de Titulación con 2,6 Diclorofenolindofenol (Lees, 1982).
- ⇒ Azúcares reductores, por el método del Dinitrofenol (Lees, 1982).
- ⇒ Determinación de color, según Rangana (1979)
- ⇒ Viscosidad de la pulpa y del zumo. Mediante el viscosímetro rotacional Brookfield, spindle 2 tipo disco (Guevara, 1990)
- ⇒ Tamaño de partícula, porcentaje de Absorción, Isoterma de adsorción y Rendimiento, siguiendo el procedimiento ejecutado por Guevara (1990)

b.- Análisis Microbiológicos

- ⇒ Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables, Mohos y levaduras (Mosel y Quevedo, 1982).
- c.- Evaluación Sensorial

c.- En el proceso de atomización, para determinar la mejor temperatura de secado y encapsulante en las muestras obtenidas, se evaluó el sabor y el color, para lo cual se recurrió a un panel de degustación semientrenado conformado por 10 personas quienes evaluaron las muestra a través de pruebas de calificación (escala hedónica), teniendo en cuenta la recomendación de Mac Key et al., (1984). Para ello, se elaboro un néctar en condiciones estándares, teniendo en cuenta las recomendaciones de Guevara (1990), 82gr papaya deshidratada: 1 lt agua, 10° Brix, pH 3.8. Las muestra fueron presentados a los panelistas en pequeños vasos descartables uniformes de fondo blanco. las calificaciones se registraron en la cartilla de evaluación sensorial, donde 1 significó malo y 5 excelente.

Evaluación Estadística

1. En el tratamiento enzimático para la evaluación de los rendimientos en jugo, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo factorial de 2x3x3 con tres repeticiones cuyos factores fueron en el acontecimiento con y sin Precocción (A), concentración de enzima con tres niveles 0.05, 0.1 y 0.5 % (B) y tiempo de hidrólisis con tres niveles 30, 60 120 min. (C),. Se realizó un análisis de varianza (ANVA) y pruebas de múltiple comparación de Tukey para seleccionar el mejor tratamiento. Para realizar el análisis estadístico se utilizó el software S.A.S (Statistical Análisis Sistem).
2. Los resultados del análisis sensorial, fueron tabulados en diseños de bloques incompletos balanceados, utilizando para su evaluación la prueba no paramétrica de Durbin y pruebas de comparaciones múltiples entre tratamientos.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En la figura 1 se muestra el es quema experimental seguido en la presente investigación, a saber:

Pruebas de Almacenamiento

Con el objeto de determinar la influencia de la temperatura con el tiempo de vida útil, la fruta fue acondicionada en cámaras de refrigeración a 6 y 12°C, ambas a una humedad relativa comprendida entre 90 y 95%, manteniendo una muestra testigo a temperatura ambiente (+/- 23°C). Se realizaron controles cada dos días de: °Brix, pH, acidez, y color por observación visual.

Caracterización de la Materia Prima

En la fruta clasificada se llevaron a cabo los siguientes controles: análisis Proximal, pH, sólidos solubles, sólidos totales, vitamina C, y azúcares reductores.

Precocción

Tuvo por finalidad ablandar la fruta, inactivar enzimas naturales y facilitar el triturado. La operación se llevó a cabo en agua a ebullición por 12 minutos. Adicionalmente y con el objeto de evaluar la influencia del tratamiento, se mantuvo a una muestra testigo (sin precocción).

Triturado

Las muestras fueron trituradas en un molino de martillos cuyo objeto fue, aumentar el área superficial de la fruta para la acción enzimática, sin eliminar ningún tejido.

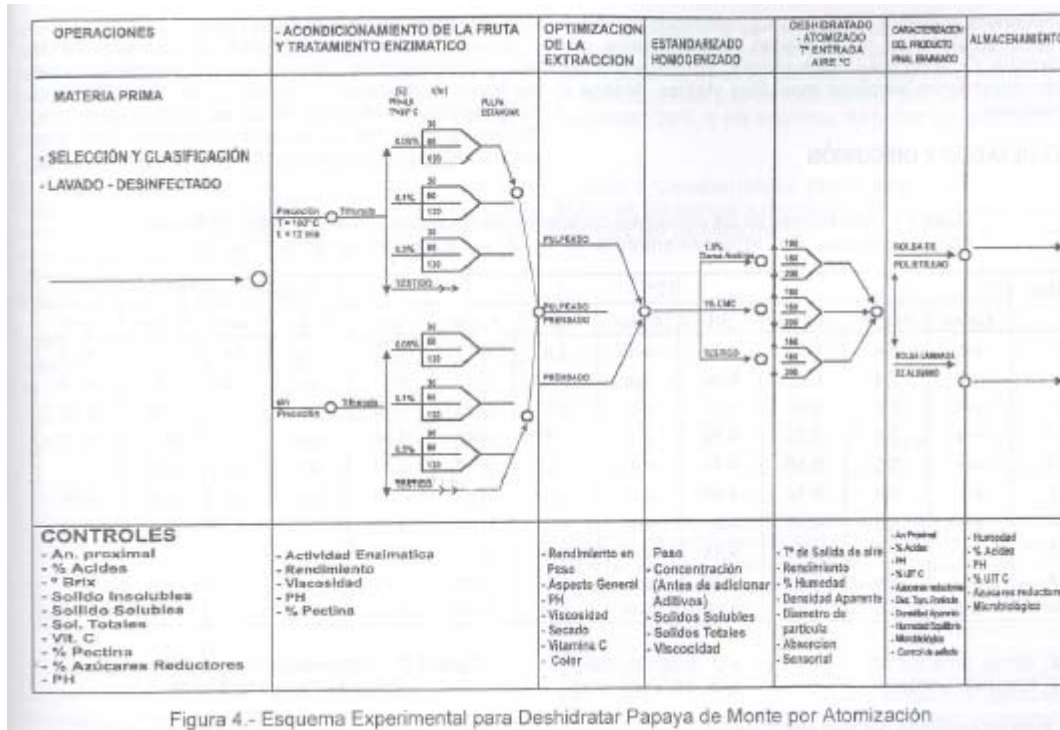


Figura 4.- Esquema Experimental para Deshidratar Papaya de Monte por Atomización

Tratamiento enzimático

Con la finalidad de determinar la influencia del uso de enzimas en el proceso de extracción del zumo se trabajó con una solución de Pectinasa (Pectinex Ultra SPL); probando tres concentraciones: 0.05, 0.1 y 0.5D/D y tres tiempos de hidrólisis: 30, 60 y 120 min., transcurrido el tiempo de incubación las muestras fueron calentadas hasta ebullición, por 5 minutos para desnaturalizar a la enzima. El mejor tratamiento se determinó teniendo en cuenta el rendimiento del zumo (Rhom, 1978). Para lo cual los valores experimentales fueron evaluados estadísticamente, tal como se indicó en ítem. 1.

Extracción del jugo

Se efectuó mediante procesos que permitieron separar la parte líquida de la sólida, se experimentó bajo 3 modalidades: pulpeado, pulpeado-prensado y prensado. Se evaluó el rendimiento del zumo obtenido en la extracción con respecto a la materia prima, viscosidad del zumo o pulpa, sólidos totales y aspecto general.

Posteriormente las muestras fueron sometidas a un proceso de Secado en condiciones "estándares": temperatura de entrada de aire, 180°C y 90°C de temperatura de salida de aire encapsuladas con 1D/D de goma arábiga en función al peso de la pulpa (Guevara, 1990). La forma de decidir sobre el mejor tratamiento de las muestras deshidratadas se realizó evaluando: el rendimiento en polvo, % de vitamina C y color.

Estandarizado y homogenizado

Se llevo a cabo en un molino colonial, se probaron dos encapsulantes: CMC al 1 % referido al peso de; zumo (Uesú, 1970 y Fataccioli, 1984) y Goma arábica al 25D/D en función los sólidos solubles (Vásquez, 1990); se controló la concentración de sólidos solubles, sólidos totales, densidad y viscosidad después de adicionar los aditivos.

Deshidratado

Se probaron tres temperaturas de entradas del aire: 160, 180 y 200°C manteniéndose la temperatura de salida del aire al 50D/D de la entrada. La determinación del mejor tratamiento (temperatura y encapsulante) se hizo en base al rendimiento, humedad, densidad aparente, tamaño y distribución de partícula, rehidratación y evaluación del color y sabor sensorialmente, tal como se indicó en el ítem d-2. La mejor muestra fue sometida a un Análisis Proximal, acidez, Vitamina C, azúcares reductores, pH y Isotermas de adsorción.

Envaso y Almacenamiento

Las muestras obtenidas fueron envasadas (bolsas de aluminio trilaminadas: poliéster, polietileno y aluminio y polietileno de alta densidad) y almacenadas por 60 días a temperatura ambiente (Aprox. 23°C), realizando controles al inicio, 30 y 60 días, de: Humedad, Acidez titulable, pH, Vitamina C, Azúcares Reductores, Numeración de microorganismos aerobios mesófilos viables, Mohos y Levaduras.

Almacenamiento de la materia prima

En el cuadro 1 se representan los resultados de las evaluaciones llevadas a cabo en lotes de papaya de monte durante el desarrollo de su madurez comercial a diferentes temperaturas. Se observó una variación del color externo del fruto al inicio fue verde amarillento tornándose a un amarillo intenso y a anaranjado hacia la sobre madurez.

Cuadro 1.- Variaciones de las principales características fisicoquímicas de la Papaya de Monte con el tiempo de almacenamiento a 6,12 y temperatura ambiente (23°C)

Días	6°C				12°C				T. Ambiente (23°C)			
	Color	°Brix	Acidez	pH	Color	°Brix	Acidez	pH	Color	°Brix	Acidez	pH
2	v-a	5.4	0.73	4.42	v-a	5.4	0.71	4.42	v-a	5.4	0.62	4.44
4	v-a	5.4	0.70	4.40	v-a	5.8	0.67	4.41	a-v	5.8	0.51	4.50
6	v-a	5.4	0.68	4.41	a-v	5.8	0.57	4.40	a-c	6.0	0.38	4.54
8	v-a	5.4	0.62	4.45	a-c	5.8	0.45	4.50	a-o	6.0	0.41	4.52
10	a-v	5.5	0.60	4.46	a-c	5.9	0.37	4.52	a-o	6.0	0.45	4.51
12	a-v	5.6	0.56	4.49	a-c	6.0	0.36	4.55	a-o	5.8	0.48	4.48
14	a-v	5.5	0.55	4.50	a-o	6.0	0.38	4.55	-	-	-	-
16	a-v	5.5	0.58	4.48	a-o	6.0	0.41	4.44	-	-	-	-
18	a-v	5.6	0.57	4.45	a-o	5.9	0.45	4.45	-	-	-	-
20	a-v	5.6	0.56	4.48	a-o	5.9	0.48	4.41	-	-	-	-

v-a: verde amarillento
a-v: amarillo verdoso

a-c: amarillo claro
a-o: amarillo ocre

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- fruta no evaluada por sobre maduración

Se determinó, que a medida que la fruta va madurando predomina el color amarillo ocre, se hace menos ácida y los sólidos solubles no varían mayormente con el tiempo, siendo la principal diferencias con' otras especies de Caricas y frutas climatéricas en general. De acuerdo a las pruebas de almacenamiento, se pudo concluir que el máximo periodo de almacenamiento del fruto es de 10 a 12 días a 12°C y 90-95% de humedad relativa. La fruta manejada bajo estas condiciones reportó un mayor °Brix, una menor acidez, mejor olor y aroma su; generis. A 6°C se observó que las características del fruto (Color, acidez y °Brix) no evolucionan, produciéndose cambios en la piel y en la cutícula. Los resultados obtenidos nos indican que la fruta tiene un comportamiento climatérico y que a temperaturas mayores a 12°C, los procesos de maduración son más rápidos.

Caracterización de la materia prima

En el cuadro 2 se presenta la Composición Físico Química en pulpa de papaya de monte. Como se puede observar el fruto contiene un alto porcentaje de humedad y un significativo contenido de vitamina C. En términos generales, los valores determinados son muy similares a los reportados por Cruz (1977), Vargas (1987) y Yagnam (1998). Las pequeñas diferencias se deben al estado de madurez, variedad, clima, suelo, labores culturales, entre otros.

Cuadro 2.- Composición Físico Química de Pulpa de Papaya de Monte

COMPONENTE	Valores Reportados (g/100g pulpa)
Humedad	90.49
Proteína	0.58
Grasa	0.25
Ceniza	0.64
Fibra	1.20
Carbohidratos	4.68
Sólidos Solubles	6.00
Sólidos Insolubles	3.51
Sólidos Totales	9.51
Vitamina C (mg./100g)	31.00
Azúcares Reductores	1.78
Acidez Titulable	0.37
pH	4.5
Densidad (mg/ml)	1.03

Acondicionamiento de la fruta y extracción

En el Cuadro 3 se presenta los resultados de los rendimientos obtenidos del zumo extraído de la fruta triturada con y sin precocción por acción de la enzima péctica (Pectinex Ultra SPL) a diferentes concentraciones y tiempos de hidrólisis. Como se puede apreciar, el rendimiento aumenta a una mayor concentración de enzima y tiempo de aplicación. Disminuyendo a la vez el contenido de pectina, este comportamiento presentó valores máximos para un tiempo de aplicación de 60 minutos, y a 0.5% de enzima. Bajo estas condiciones se obtuvo un rendimiento del 73 % y 66 % para fruta con y sin precocción respectivamente. Al respecto Novo (1986) indica los preparados enzimáticos permiten liberar más zumo de la fruta, reduce el contenido de

fibra y disminuye la viscosidad. Además la extracción resulta más suave, con menos tensión mecánica negativa. El análisis de varianza demostró que la precocción, la concentración de enzima y el tiempo de hidrólisis tuvieron efectos significativos así como todas las interacciones. La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), indicó que el tratamiento con precocción, y 0.5% de Pectinex Ultra SPL a 60 min. de hidrólisis influyeron para producir un mayor rendimiento en zumo, llegando a un 73%.

Cuadro 3: Efecto de la Concentración de Enzima con el tiempo de aplicación en los niveles de extracción del Zumo de Papaya con y sin Precocción.

Concentración de enzima (%)	Tiempo de hidrólisis (min.)	Con precocción % Rendimiento	Sin precocción % Rendimiento
0.05	0	49	45
0.05	30	63	55
0.05	60	65	57
0.05	120	64	62
0.1	0	49	45
0.1	30	64	59
0.1	60	68	60
0.1	120	72	64
0.5	0	49	45
0.5	30	67	60
0.5	60	73	66
0.5	120	71	65

*Promedio de tres repeticiones

Extracción de jugo

En la figura 2 se muestra los rendimientos promedios obtenidos en los procesos de extracción. Como se con el prensado se logró un rendimiento del 79%, seguido del pulpeado prensado y pulpeado con 66 y 52 %, respectivamente de rendimientos, respecto a la materia prima. Los valores reportados se deben a las características su género de los tejidos de la fruta, donde el prensado por efectos de la presión rompe las células del tejido vegetal con lo que facilita la liberación del líquido contenido en las células. Al respecto Janser (1996), reportó rendimientos de extracción de 77-78% en zumo de guayaba tratadas enzimáticamente.

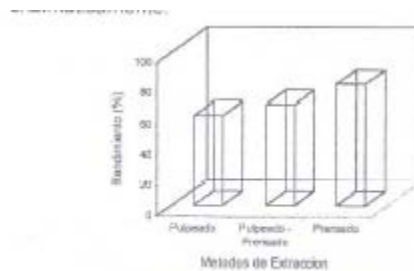


Figura 2.- Rendimientos Promedios Obtenidos Mediante Tres Métodos de Extracción.

En el Cuadro 5 se presenta los resultados de las características principales observadas en las muestras atomizadas. Se observa que los menores rendimientos en el deshidratado fueron reportados por las muestras pulpeadas 39%, y los mayores, 54% con las prensadas.

Cuadro 5 Características Principales Observadas en Muestras Sometidas a Diversos Métodos de Extracción y Secadas por Atomización

CARACTERÍSTICAS	PULPEADO	PULPEADO PENSADO	PENSADO
Rendimiento (%)	39	51	54
Humedad (%)	5.27	4.37	4.06
Densidad Aparente (g/cc)	0.61	0.57	0.58
Tamaño de Partícula (u)	13.97	11.98	10.46
Vitamina C (mg)	264.70	277.68	386.25

Se determino que el método de extracción del zumo influye en los componentes evaluados. La papaya prensada y luego secada, reportó la menor humedad 4.06% en comparación de la pulpeada y pulpeada-prensada (5.27 y 4.3%, respectivamente). Similar comportamiento indicó la densidad aparente y tamaño de partícula. Respecto a la densidad aparente Marshall (1953), manifiesta que puede aumentar o disminuir dependiendo del material alimentado. En lo que concierne a la humedad y tamaño de partícula, influye la viscosidad de la suspensión. A mayor viscosidad, se requiere mayor tiempo de exposición al calor si se desean menores humedades (Guevara, 1990).

Las muestras prensadas presentaron el mayor contenido de Vitamina C (386.25 mg.11008), esto debido al proceso de extracción. Al respecto Sauvageot (1969), citado por Vásquez (1990), indica que el porcentaje de retención de Vitamina C en cada producto se debe principalmente a la acción del oxígeno y temperatura. Un motivo de pérdida del contenido de Vitamina C en las muestras pulpeadas, es debido a la oxidación por efecto de la incorporación de aire a la pulpa, lo que constituye un serio inconveniente en el procesamiento de frutas (Cheftel y Cheftel, 1980). Por otro lado con el prensado se eliminan sólidos insolubles, esto hace que aumenten los componentes solubles en el zumo, reportando a su vez un mayor contenido de Vitamina C en el producto deshidratado.

En el Cuadro 6 se reportan los resultados de la evaluación de color de papaya deshidratada. Se aprecia que el color predominante es el amarillo, esto debido a los carotenos y xantofilas que contiene la materia prima (Cruz, 1977).

Cuadro 6.- Resultados de la Evaluación de Color en Papaya Sometida a Diversos Métodos de Extracción y Secada por Atomización

Determinación del color	Pulpeado	Pulpeado - Prensado	Prensado
Amarillo	5.4	6	6.3
Rojo	2.1	1.4	1.3
Azul	0.1	0	0
blanco	0	0	0

Cheftel y Cheftel (1980), mencionan que la prensa hidráulica es la que consigue, con más facilidad, un zumo traslucido y de color más claro y que la refinadora - pulpeadora tiene el inconveniente de producir cierta aireación en la pulpa lo que favorece a la oxidación enzimática dando un producto de aspecto menos claro y más opaco, siendo una posible explicación de lo acontecido en la presente investigación.

De las evaluaciones ejecutadas, se determinó que el prensado es el mejor método para la extracción de zumo de papaya de monte. Las muestras obtenidas bajo esta modalidad reportaron las mejores características en rendimiento, viscosidad, color y nutrientes, por lo que fue seleccionado para continuar con la investigación.

Estandarizado y Homogenizado

En el Cuadro 7 se muestran las características de la suspensión acondicionada para el secado por atomización. Se aprecia que al emplear el 1 % de CMC sobre el peso de la pulpa se obtuvo 7.40 Brix siendo superior a los sólidos determinados en el zumo testigo (6.4°Brix). La muestra con goma arábiga al 1.8% obtuvo mayor contenido de sólidos solubles (7.6°Brix) frente a la con CMC y a la testigo (7.4 y 6.4, respectivamente).

Se pudo comprobar que la suspensión sin encapsulante presentó menor viscosidad 0.56 Pa-s, mientras que las muestras con goma arábiga y CMC reportaron 1.04 y 3.28 Pa-s, respectivamente. La diferencia es muy marcada, y se debe probablemente a la naturaleza y composición química de cada encapsulante.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto se puede afirmar que el CMC es un hidrocoloide que produce suspensiones con altas viscosidad y menor contenido de sólidos, contrario a la suspensión con goma arábiga que dio baja viscosidad, con un mayor contenido de sólidos. Al respecto Fennema (1993) refiere que la goma arábiga por sus características antes señaladas es el encapsulante ideal para procesos de atomización, Cisneros (1988) y Guevara (1990) comprobaron estos resultados.

Cuadro 7: Características de la Suspensión de Papaya de Monte Para el Secado por Atomización

Muestra	Suspensión sin Encapsulante	Suspensión con CMC 1%	Suspensión con Goma Arábiga 1.8%
Sólidos Solubles (%)	6.4	7.4	7.60
Viscosidad Aparente (Pa-s) (RVT=3.50 RPM a 25°C)	0.56	3.28	1.04
Sólidos Totales (%)	9.98	10.74	11.32
pH	4.48	4.48	4.48

Deshidratado

Los resultados de las pruebas de secado por atomización a las tres temperaturas de entrada del aire experimentadas se muestran en el Cuadro 8.

Todas las muestras que no fueron encapsuladas se pegaron a las paredes del equipo y con ello tendían a caramelizarse y luego quemarse, haciendo muy difícil el secado. Lo experimentado se debió a los azúcares reductores presentes. Al respecto Masters (1972), hace referencia a lo antes indicado para frutas deshidratadas en general. De los dos encapsulantes utilizados mayores rendimientos se obtuvo con goma arábiga para las tres temperaturas experimentadas, destacando la muestra deshidratada a 1800C de temperatura de entrada del aire, en la que se encontró una menor humedad residual 4.06% y el mayor rendimiento 68.13%; por lo que esta temperatura es la recomendada en el secado por atomización de zumo de papaya de monte.

En la Figura 3 se presentan las curvas de absorción de las muestras atomizadas. Como se puede observar durante las primeras horas mostraron una mayor velocidad de absorción, sobresaliendo las que contenían goma arábiga. Al respecto Okos (1986), encontró similares resultados

manifestando que la tendencia observada se debe a la mayor presencia de grupos hidrofílicos y al menor tamaño de partículas. Condiciones que se lograron con el encapsulante mencionado.

Cuadro 8: Resultados las Pruebas de Secado por Atomización

El Encapsulante	Sin Encapsulante	Con CMC al 1,0%	Goma Arábica 1,0%						
SUSPENSIÓN									
Sólido Total (%)	9,93	10,74	11,52						
Sólido Total (g)	199,50	214,80	220,40						
SECADO									
Temp. Entr. Aire (°C)	100	150	200	150	180	200	160	180	200
PRODUCTO									
Peso mojado (g)	24,9	49,7	42,8	112,8	133,8	150,4	116,3	149,4	138,2
Humedad (%)	18,13	8,11	7,86	7,27	5,4	5,3	6,68	4,86	4,83
Reducción (%)	12,48	24,95	20,43	51,63	63,38	59,63	54,33	68,13	67,63
Densidad aparente (g/ml)	-	-	-	0,58	0,53	0,58	0,57	0,54	0,57
Tamaño de partícula (µ)	-	-	16,25	10,38	10,34	10,82	9,44	10,41	10,66

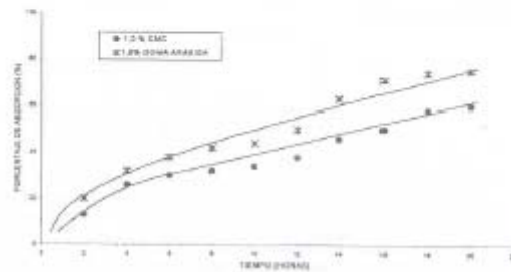


Figura 3.- Capacidad de Absorción de Papaya de Monte Atomizada

En el Cuadro 9 se reportan los resultados de la evaluación del color en papaya de monte atomizada a 180°C de temperatura de entrada de aire. Se aprecia que el color predominante es el amarillo seguido por el rojo en ese orden. Los resultados obtenidos son congruentes, por cuanto la materia prima contiene carotenoides, específicamente xantofilas que es un pigmento de color amarillo característico (Yagman, 1994). Así mismo se determinó que la goma arábica conserva mejor el color amarillo; la muestra con CMC presentó un amarillo más oscuro y opaco. Esto se debe a la composición química de ambos encapsulantes, donde el CMC tiende a dar soluciones más oscuras.

Cuadro 9.- Resultados de la Evaluación de Color para las Muestras Atomizadas (Temp. de Entrada de Aire 180°C)

Determinación del Color	Polvo con CMC	Polvo con Goma Arábica
Amarillo	4,0	6,0
Rojo	2,1	1,5

En el Cuadro 10 se presentan los calificativos promedios de la evaluación sensorial del néctar preparado (ítem 2.4 - c), para las características de olor y sabor. Se aprecia que las muestras reciben un menor calificativo en ambos atributos a medida que la temperatura de atomización se incrementa; así mismo se observó que los encapsulantes utilizados influyen en la decisión del panel.

Cuadro 10.- Resultados de la Evaluación Sensorial en Color y Sabor de Néctar de Papaya de Monte en polvo obtenidas a diversas temperaturas, encapsuladas con CMC y goma de arábigo.

Encapsulante	Temperatura de entrada de aire °C	Puntaje Promedio	
		Color	Sabor
Goma Arábigo 1.6%	160	3.3	3.3
	180	4.3	4.8
	200	2.3	1.3
CMC 1 %	160	3.3	2.5
	180	3.3	3.5
	200	1.8	1.0

La evaluación estadística determinó que la prueba de Durbin fue significativa ($p < 0.05$) para los tratamientos evaluados, mostrando diferencias entre las temperaturas de ingreso del aire y los encapsulantes. La prueba de comparación múltiple reafirmó los resultados antes referidos, indicando a la vez similares resultados para las temperaturas de 160 y 180°C. Considerando los valores promedios se aprecia que el panel se inclinó por las muestras deshidratadas a 180°C temperatura de entrada del aire y como encapsulante goma arábigo, por los que estas condiciones de proceso fueron consideradas como parámetro en la presente investigación.

Caracterización del producto Obtenido

En el Cuadro 10 se muestra la composición físico química de la papaya de monte deshidratada. Los valores encontrados son superiores a los reportados en el zumo, debido al efecto de la atomización que eleva la concentración de los solutos lo que implica un mayor contenido de nutrientes en las muestra atomizadas.

Cuadro 11.- Composición Físico-química de Papaya de Monte deshidratada por Atomización (por 100 gramos de producto)

COMPONENTE	VALOR REPORTADO (g/100g de producto)
Humedad	4.06
Proteína	6.10
Grasa	0.37
Ceniza	6.42
Fibra	3.03
Carbohidratos	80.36
pH	4.51
Acidez g. %(a)	1.75
Vitamina C mg./100g	386.25
Azúcares reductores	9.83

100 g. Ácido cítrico/100g. fruto

Se encontró un significativo % de vitamina C 386.25mg. %, sin embargo solamente equivale a una retención del 65.95%, y es posible se deba a las condiciones del proceso: manipulación de la materia prima, pH y temperatura de secado. Al respecto Cheftel y Cheftel (1980), indican que la vitamina C es más estable a la acción del calor a medida que el pH del medio sea más ácido.

Aunque la retención no sea muy alta, el contenido de la vitamina C en el polvo deshidratado le da un valor comercial al producto, debido a que los consumidores en los últimos años están en la búsqueda constante de alimentos que contengan contenidos elevados de esta vitamina.

La isoterma de adsorción llevada a cabo a 25°C presentó una curva de forma sigmoidea característica de un alimento rico en carbohidratos. Aplicando el modelo de ajuste de GAB se

obtuvo un valor de monocapa igual a 0.0808 g.agualg.m.s. que corresponden a una actividad de agua (A_w) de 0.112. similares resultados encontraron: Cisneros (1988), Delgado (1989) y Guevara (1990).

Almacenamiento

En el Cuadro 11 se reportan los resultados de los análisis fisicoquímico de las muestras almacenadas.

Cuadro 12.- Resultados de Análisis Fisicoquímico de Papaya de Monte Atomizadas

Componente	0 Días		30 Días		60 Días	
	Laminado	Poliétileno	Laminado	Poliétileno	Laminado	Poliétileno
Humedad %	4.06	4.08	4.07	4.08	4.07	4.14
Acidez %	1.76	1.76	1.77	1.76	1.77	1.78
pH	4.47	4.47	4.47	4.48	4.47	4.48
Vitamina C (mg)	386.25	386.31	384.25	382.36	383.92	376.16
Azúcares Reductores %	9.82	9.82	10.26	12.25	11.82	19.21

Como se puede observar, la acidez y el pH se mantuvieron estables con el tiempo, a excepción de la humedad, vitamina C, azúcares reductores. El aumento de humedad se observó solo en el empaque de polietileno y es posible que se deba a que no es 100% impermeable al vapor de agua (Cheftel et al., 1984). Con respecto a la vitamina C, se observó que disminuye ligeramente, mostrando mayor retención el producto almacenado en los empaques laminados. Al respecto Fennema (1993), manifiesta que es probable que en zumos cítricos deshidratados de la degradación del ácido ascórbico dependa de la temperatura y de la humedad, y que la variación es más lenta a bajos contenidos de humedad. Cheftel et al. (1983) refiere que la vitamina C puede ser destruida por la oxidación o por pérdida de disolución; la oxidación, no se produce en medio ácido pero se cataliza por la luz. Los azúcares reductores, tienden a incrementarse. Al respecto Cheftel y Cheftel (1980), manifiestan que la inversión del azúcar en frutas está favorecida, por el pH ácido, produciéndose espontáneamente durante el almacenamiento.

En el Cuadro 13 se presenta los resultados de las evaluaciones microbiológicas. Como se observa, indican ausencia de microorganismos con lo cual se asegura una estabilidad microbiológica. Al respecto Mossell (1982), refiere que el rango de tolerancia para el número de mesófilos viables varía de 10 a 4×10 UFC/g, para Mohos 10 UFC/g, y para Levaduras 10 UFC/g.

Cuadro 13: Análisis Microbiológico de Papaya de Monte Secada por Atomización

Muestra	Número de Mesófilos Acrobicos viables (UFC/g)		Número de Mohos y Levaduras (UFC/g)	
	0 Días	60 Días	0 Días	60 Días
Aluminio	<10	<10	<100	<100
Poliétileno	<10	<10	<100	<100

CONCLUSIONES

1. Se determinó que el flujo de operaciones recomendados para obtener papaya de monte deshidratada por atomización es: Selección y Clasificación - Lavado y Desinfectado -

Precocido - Triturado-Tratamiento Enzimático - Prensado - Estandarizado y Homogenizado - Deshidratado - Envasado.

2. El máximo periodo de almacenamiento del fruto posterior a su recolección fisiológica (4°Brix, pH 4.3, 13Kg-F de penetración y color verde-amarillento) es de 10 á 12 días a 12°C, y 90 a 95% de humedad relativa.
3. La fruta para ser procesada debe reportar las siguientes características: 6° Brix, 4.5 pH, 7.51b de penetración y color amarillo claro en la cáscara como índice de madurez.
4. Se obtuvo un mayor rendimiento (73%) en zumo precociendo la papaya a temperatura de ebullición por 12 min. triturándole, regulando el pH á 4.5 llevándolo a 3035° C y aplicando 0.5% de Pectinex Ultra SPL. por 60 min.
5. El prensado como método de extracción permitió obtener un mayor rendimiento (59%) en el producto atomizado, menor humedad (4.10%) y un mayor contenido de vitamina C (386.25 mg./100g) y coloren comparación con el pulpeado y pulpeado-prensado.
6. Las mejores condiciones de secado, se obtuvieron utilizando 1.8% de goma arábica respecto al peso del zumo y 180 y 90°C como temperatura de entrada y salida del aire, respectivamente.
7. Las evaluaciones fisicoquímicas y microbiológicas en muestras almacenadas indicaron que el producto obtenido es estable y de buena calidad, tanto en envases de aluminio como polietileno de alta densidad.

REFERENCIA

1. A.O.A.C, 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Virginia, EE.UU. de N.A.
2. CALZADA, J. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Jurídica. Lima - Perú.
3. CISNEROS, L. 1988. Secado por Rociada de Aceites esenciales de Hierba Luisa Micro encapsulado. Tesis, para optar el Título de Ing. en Industrias Alimentarias- Universidad Agraria La Molina - Lima-Perú.
4. CRUZ, R., 1977 Influencia del Estado de Madurez y Temperaturas para la deshidratación de papayas, Tesis para optar el Título de Ing. de la Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía.-Chile
5. CHEFTEL, J. Y CHEFTEL, H. 1980. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Tomo I, Editorial Acribia, Zaragoza, España.
6. CHEFTEL, J.; CHEFTEL, H.; BENSACOM, P. 1983. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Tomo II, Editorial Acribia, Zaragoza, España.
7. DELGADO, J. 1989. Ensayos sobre el uso de Microencapsulantes en el secado por Atomización de Concentrado de Maíz Morado (*Zea mayz.L.*). Tesis, para optar el título de Ing. En Industrias Alimentarias-Universidad Agraria La Molina -Lima-Perú.
8. FATACCIOLI, 0.1984. Liofilización de jugo de maracuyá y su comparación con los métodos de secado al vacío y atomización. Tesis para optar el título de Ing. En Industrias Alimentarias-Universidad Agraria La Molina - Lima-Perú.
9. FENNEMA, O, 1993. Química de los Alimentos. Editorial. Acribia S.A., Zaragoza - España.

10. GUEVARA, A. 1990. Obteniendo de Chirimoya (*Annona Cherimola*) en polvo por atomización. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae. Universidad Agraria La Molina - Lima-Perú.
11. GUEVARA, A; CACHO, I. 1993. fabricación de Fruta Confitada, Néctar y Fruta en Almíbar. Facultad de Industrias Alimentarias - TTA. UNALM. Lima-Perú.
12. JANSER, E. 1996. Aplicaciones Enzimáticas para cítricos y frutas tropicales. Novo Nordisk ferment. Suiza.
13. LEES, R. 1982. Manual de análisis de alimentos. Editorial. Acribia S. A. Zaragoza-España.
14. MACKEY, A.; FLORES DE MARQUES. L.; SOSA, M. 1984. Evaluación Sensorial de los alimentos. Ediciones CIEPE. San Felipe-Venezuela.
15. MASTERS, K. 1972. Spray drying and introduction to principles operational, practice and applications. Leonor. Hill books EEUU. de N.A.
16. MOSSEL, D.; QUEVEDO, F. 1982. Microbiología de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza - España.
17. NOVO NORDISK. 1986. Novo"s Handbook of Practical Biotechnology. Enzymes Division. E-Novoo. Bagsvaerd Denmark.
18. OKOS, M. 1986. Physical and Chemical properties of food. Published by American Society of Agricultural Engineers. Michigan-EEUU. de N.A.
19. ROHM, A. 1978. Technical information. Rohm GMBM. EE.UU. de N.A.
20. SCHOCH, F. y MAYWALD, F. 1956. Microscopy Examination of Modified Starches Analytical Chemistry. Vol. 29(3). EE.UU. de N.A.
21. UESU, L. 1970. Ensayo sobre Secado por Rociada del jugo de Maracuyá. Tesis, para optar el Título de Ing. En Industrias Alimentarias-Universidad Agraria. la Molina Lima Perú.
22. VARGAS, M. 1987. Estudio Químico de la Especie Carica Papaya Arequipensis Fresca Tesis, para optar el Título de Ing. Químico-Universidad Nacional San Agustín. Arequipa, Perú.
23. YAGNAM, A. 1994. Cultivo de papaya y extracción de látex En: Revista de la sociedad chilena de alimentos, Vol.19, N° 5-6, 46-57p. Chile
24. YAGNAM, A. 1998. Mercado la papaya Interesante Alternativa en. Revista Industria de los Alimentos Chile septiembre 28 -31 p.-Chile
25. VASQUEZ, L. 1990. Estudios Comparativo de las Características del Jugo de Limón Sutil Deshidratado por Liofilización y Secado al Vacío. Tesis, para optar el título de Ing. En Industrias Alimentarias-Universidad Agraria la Molina - Lima-Perú.