

EVALUACION DEL ZUMO DE AGUAYMANTO (*Physalis Peruviana*) SECADO POR ATOMIZACION

EVALUATION OF JUICE AGUAYMANTO (*Physalis Peruviana*) BY SPRAY DRYING

Llauce Tinoco Teresa¹
Paredes Nureña Adderly Jhonatan²
Williams Castillo Martinez³

Fecha de recepción: 09 marzo 2015

Fecha de aceptación: 20 junio 2015

Resumen

El interés en el cultivo de aguaymanto está aumentando fuertemente en los tiempos actuales. Esto a su alto contenido en vitamina C (43 mg/100gr), provitamina A (3 000 U.I. de caroteno por 100 g), vitaminas del complejo B (tiamina, niacina y vitamina B12), el contenido de proteína y fósforo son excepcionalmente altos. Sin embargo se requiere de la aplicación de procesos tecnológicos que permitan contar con estos aportes nutricionales en cualquier temporada de año y no estar a espera de temporadas de cosecha, que tan bien pueden ser aprovechados por el consumidor contribuyendo a largo plazo a contrarrestar enfermedades que aquejan al Perú y el mundo.

El estudio tuvo como objetivo determinar la influencia de la temperatura del aire de secado y proporciones de goma arábiga y maltodextrina sobre las características físico-químicas y organolépticas (la retención de vitamina C, % humedad, actividad de agua) del zumo de aguaymanto (*Physalis Peruviana*) secado por atomización, empleando la metodología de mezclas combinado con variables de proceso utilizando el programa estadístico Desing Expert 7.0. Logrando obtener que la mejor formulación de encapsulantes para el proceso de atomización es la Maltodextrina, debido a su estructura formada por uniones de glucosa con enlace alfa 1-4, la cual evita que se degrade la vitamina C. La Concentración de encapsulante optima es 50% de Maltodextrina, obteniéndose: Humedad 6,4106 %, Aw 0,2566 y Vitamina C 51,0686 mg/100gr a una temperatura de 165°C.

Palabras claves: Atomización, encapsulante, vitamina C

Abstrac

The growing interest in aguaymanto is rising sharply in modern times. This in its high content of vitamin C (43 mg / 100g), provitamin A (3000 IU of carotene per 100 g), B vitamins (thiamin, niacin and vitamin B12), the content of protein and phosphorus are unusually high . However it requires the application of technological processes to have these nutritional intake in any season of the year and not be expected to harvest seasons, how they can be used by the consumer to contribute to long-term counter diseases afflicting to Peru and the world.

The study aimed to determine the influence of drying air temperature and proportions of arabic gum and maltodextrin on the physico-chemical and organoleptic characteristics (retention of vitamin C,% humidity, water activity) aguaymanto juice (*Physalis peruviana*) spray drying using methodology combined with mixtures of process variables using the statistical program Desing Expert 7.0. It managing to obtain the best formulation for encapsulating the atomization process is maltodextrin, due to its structure formed by junctions glucose alpha 1-4 linkage, which prevents degrade the vitamin C. The optimal concentration is 50 encapsulante % maltodextrin, yielding: 6.4106% humidity, and Vitamin C Aw 51.0686 0.2566 mg / 100g at a temperature of 165 ° C.

¹Adscrito Escuela Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. Ingeniero. Universidad Nacional del Santa. Provincia. Ancash. Perú. Llauce.teresa@gmail.com

²Adscrito Escuela Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. Ingeniero. Universidad Nacional del Santa. Provincia. Ancash. Perú. paredes.adderly@gmail.com

³ Adscrito a la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Magister. Universidad Nacional del Santa, Ciudad Universitaria Urb. Bellamar S/N. Nuevo Chimbote Ancash, Perú. williamsscm@hotmail.com.

Keywords: *Atomization encapsulant. vitamin C*

1. Introducción

En el Perú existen muchas frutas nativas poco conocidas u olvidadas con un alto contenido vitamínico, azúcares naturales, aromas y sabores especiales que son reconocidas a nivel mundial más desaprovechadas por nosotros, pudiendo estas ser explotadas por diferentes industrias para la elaboración de nuevos productos muy competitivos y de calidad. El aguaymanto es uno de ellos.

El interés en el cultivo de aguaymanto está aumentando fuertemente en los tiempos actuales. Esto es a su alto contenido en vitamina C (43 mg/100gr), así como provitamina A (3 000 U.I. de caroteno por 100 g), vitaminas del complejo B (tiamina, niacina y vitamina B12), el contenido de proteína y fósforo son excepcionalmente altos, pero los niveles de calcio son bajos.

El aguaymanto puede ser empleada para la fabricación de jugos, helados, concentrados, néctares, yogurt, almíbar, deshidratados, etc. En los últimos años se ha iniciado investigaciones referidas a la ciencia y tecnología, la cual 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.

El objetivo de este trabajo es Determinar la influencia de la temperatura del aire de secado y proporciones de goma arábica y maltodextrina sobre las características físico-químicas y organolépticas (la retención de vitamina C, % humedad, actividad de agua y color) del zumo de aguaymanto (*Physalis Peruviana*) secado por atomización.

2. Materiales y métodos

Se expone con rigurosidad las características de la muestra, el componente ético, el lugar, el periodo del estudio, descripción del enfoque, del método y los materiales de investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de la información, la población, la muestra y el proceso para analizar la información. En las investigaciones cuantitativas es preciso incluir la información de las variables estudiadas, los métodos de medición y metodología estadística.

El Aguaymanto se obtuvo del Valle de Moro para ser trasladada a los laboratorios de composición y análisis de la Universidad Nacional del Santa donde se realizaron las pruebas experimentales y composición físico-químico proximal al fruto y zumo atomizado, teniendo en cuenta los métodos de la AOAC descritos por Pearson 1991, *Methods of Vitamin Assay*, 1974, Fataccioli (1984) y Vásquez (1990)v empleando agentes encapsulantes como la goma arábica y maltodextrina para la operación de secado por atomización.

Para el proceso se realizaron las siguientes operaciones: *Selección y clasificación*, a fin de eliminar las muestras con presencia de hongos y otros agentes contaminantes. *Lavado y desinfección*, para la eliminación de los contaminantes presentes en la superficie del fruto con agua potable circulante, el desinfectado con solución diluida de hipoclorito de sodio (50 ppm) por 15min. *Extracción del zumo*, con una licuadora doméstica y colador para filtrar todos los sólidos residuales presentes en el zumo. *Adición de los coadyuvantes*: se emplearon agentes encapsulantes como Maltodextrina y Goma Arábica agregados al zumo de aguaymanto, a temperatura ambiente para evitar la pérdida de vitamina C, la adición fue lentamente, agitándose para una mayor homogenización en las proporciones indicadas en la Tabla 1, las formulaciones se encuentran directamente relacionadas respecto a la cantidad de sólidos totales de la pulpa de Aguaymanto,

manteniéndose un testigo con fines de comparación. Los aditivos se incorporaron al zumo haciendo uso de un agitador de tubos. *Secado por atomización*, se empleó 150 ml de zumo fresco de Aguaymanto, depositados en el vaso de alimentación del equipo, Spray Dryer: IC40, CODE 991650 con las condiciones indicadas en la Tabla 2.

Tabla 1
Concentración en las mezclas de Maltodextrina y Goma Arábica

Mezcla	Formulación
Mezcla 1	50% Maltodextrina
Mezcla 2	37.5% Maltodextrina + 12.5% Goma Arábica
Mezcla 3	25% Maltodextrina + 25% Goma Arábica
Mezcla 4	12.5% Maltodextrina + 37.5% Goma Arábica
Mezcla 5	50% Goma Arábica

Tabla 2
Parámetros para la Atomización zumo de Aguaymanto

Parámetros	Valor
Concentración Inicial del Zumo	14° Brix
Flujo de Alimentación	0.44 Lt/H
Temperatura de Entrada	150°c, 170 °c Y 190 °c
Temperatura de Salida	85 - 92°c

Para determinar el rendimiento posterior al secado se empleó una Termo Balanza: Marca Precisa XM50, Rango (0-52gr), Temperatura (0-52°C). El producto fue envasado en papel aluminio para proteger de la luz y guardados en refrigeración en refrigeradora Fiocchetti, Rango (4-15°C), Procedencia Italiana.

El diseño experimental empleado fue de mezclas combinado con variables de proceso utilizando el programa estadístico “Desing Expert 7.0”, para la evaluación de los parámetros de procesos (Temperatura) y formulación de mezclas (% de maltodextrina y % de goma arábica), siguiendo los tratamientos indicados en la Tabla 4.

3. Resultados y Discusión

Los resultados del análisis fisicoquímico al zumo fresco de Aguaymanto, se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3
Composición físico química del zumo fresco de Aguaymanto

Componentes	Cantidad (100 g /zumo)
Humedad (%)	87,62
Brix	14
Ph	3,52
Acidez Titulable	1.26 %
Ácido Ascórbico	42,80543 mg/100gr

Pisco Alvaro (2012), reportó que los frutos del *Physalis peruviana* poseen características tanto fisicoquímicas como organolépticas que permiten obtener diversos productos transformados con elevados rendimientos.; el contenido en pulpa (70%), humedad (78,9%), ácido ascórbico 43mg, sólidos solubles (14%), su pH alrededor de 3.4 y especial color, aroma y sabor son parámetros que sin duda favorecen el aprovechamiento industrial.

Tabla 4

Efecto de los factores estudiados en el producto deshidratado (polvo) de zumo de aguaymanto:

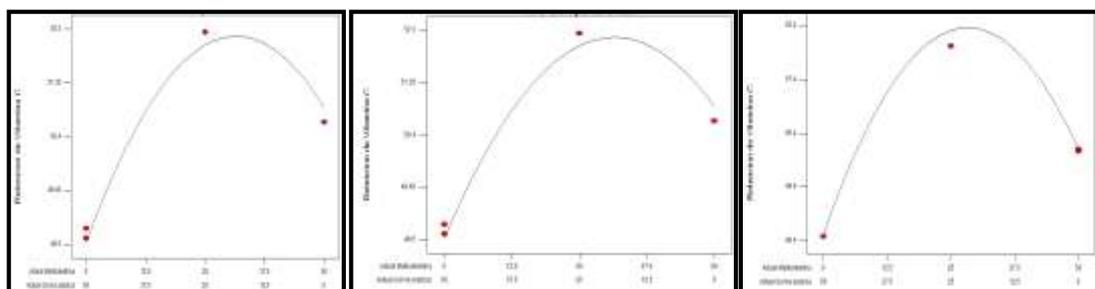
Maltodextrina (%)	Goma Arábica (%)	Temperatura (°C)	Retención de vitamina C mg/100gr	Humedad (%)	Aw
50	0	150	50,659	6,48	0,256
25	25	170	52,156	7,61	0,282
37,5	12,5	160	53,685	7,25	0,260
0	50	190	48,477	8,00	0,287
0	50	150	48,784	8,22	0,300
25	25	190	52,017	7,57	0,278
25	25	170	52,153	7,62	0,281
37,5	12,5	180	53,078	7,19	0,272
25	25	170	52,115	7,60	0,282
25	25	150	52,244	7,79	0,283
0	50	170	48,561	8,10	0,289
50	0	190	50,096	6,29	0,250
50	0	170	50,160	6,32	0,258
0	50	190	48,482	8,03	0,286
50	0	190	50,060	6,30	0,251
0	50	150	48,602	8,21	0,299
12,5	37,5	160	48,756	7,95	0,284
25	25	170	52,183	7,62	0,281

Fuente: Desig Expert – Laboratorio de Análisis y Composición de la Universidad nacional del Santa

A) Efecto de la temperatura, tipo y concentración de encapsulante en la retención de vitamina C.

A través del ANOVA se evaluó la significancia estadística de cada efecto trabajando con un nivel de significancia del 95.0%.

La ecuación permite describir la concentración de Vitamina C obtenida durante el proceso de atomización en función de la concentración de maltodextrina y goma arábica y la temperatura para un valor de R-cuadrada = 85.98% es: Retención de Vitamina C = 18.95088 * Maltodextrina + 100.28724 * Goma arábica - 45.84530 * Maltodextrina * Goma arábica + 0.39750 * Maltodextrina * Temperatura - 0.61721 * Goma arábica * Temperatura + 0.60076 * Maltodextrina * Goma arábica * Temperatura - 1.22949E-003 * Maltodextrina * Temperatura² + 1.81441E-003 * Goma arábica * Temperatura² - 1.55885E-003 * Maltodextrina * Goma arábica * Temperatura²



1a. Temperatura de 150°C

1b. Temperatura de 170°C

1c. Temperatura de 190°C

Figura 1.

Efectos de las Temperaturas con diferentes % de agentes encapsulantes en la Retención de Vitamina C.

En la figura 1a a medida que la cantidad de maltodextrina aumenta y la goma arábica disminuye la retención de vitamina C aumenta, obteniendo un máximo valor con una formulación de 25% Maltodextrina y 25 % Goma Arábica, el cual reporto un máximo de 52.2439 mg/100gr

de vitamina C. 1b, distintas concentraciones de encapsulante (Maltodextrina y Goma Arábica), obtuvimos un máximo valor con una formulación de 25% Maltodextrina y 25 % Goma Arábica, el cual reporto un máximo de 52.0167 mg/100gr de vitamina C. 1c, a una temperatura de 190°C, el comportamiento de retención de vitamina C es menor en comparación con las otras temperaturas pero el contenido de agente encapsulante se mantiene, obteniendo un máximo valor con una formulación de 25% Maltodextrina y 25 % Goma Arábica, el cual reporto un máximo de 52.0167 mg/100gr de vitamina C.

Dziedzic et al., (1988), menciona que la técnica de microencapsulación más utilizado en la industria alimentaria es el secado por pulverización (spray drying), por ser considerado como un proceso económico y flexible realizada en un equipamiento de fácil acceso y obteniendo partículas de buena calidad. Este proceso puede ser útil para ingredientes sensibles calor ya que el secado es muy rápido. Pedroza Islas (2002), cita que una de las grandes ventajas del proceso de atomización, además de su simplicidad, es que es apropiado para materiales sensibles al calor, ya que el tiempo de exposición a temperaturas elevadas es muy corto (5 a 30 s). El tipo de material encapsulante tendrá influencia en la estabilidad de la emulsión antes de secar, el tamaño de partícula, las propiedades de flujo, las mecánicas y en la vida útil del material deshidratado. Teniendo en cuenta lo anterior, las temperaturas del aire caliente para el secado por aspersión presentada en los perfiles de (150°C, 170°C y 190°C), no van a mermar de manera considerable el contenido de vitamina C, siempre y cuando se le aplique una adecuada cobertura que no permita la pérdida de este y otros materiales activos.

En la figura 2, se analiza el comportamiento de la retención de la Vitamina C, a distintas formulaciones de encapsulante (maltodextrina y Goma Arábica) y Temperaturas de tratamiento (150 – 190°C), al aumentar el contenido de maltodextrina y disminuir el contenido de Goma Arabiga, ambas hasta 25% se llega a un máximo de retención de Vitamina C de 52,2439 mg/100gr; y al aumentar la T° de secado se observa que la retención de vitamina C disminuye.

Vásquez, L. (1990) Menciona que se puede afirmar que la maltodextrina da soluciones de bajas viscosidades con un mayor contenido de sólidos frente a la goma arábica. Se observa que a mayor porcentaje de sólidos solubles, el contenido de humedad es menor. La goma arábica actua aumentando la viscosidad de la masa ayudando a la formación de una matriz consistente y homogénea, esta estructura amplia y esponjosa favorece a la eliminación de moléculas de agua.

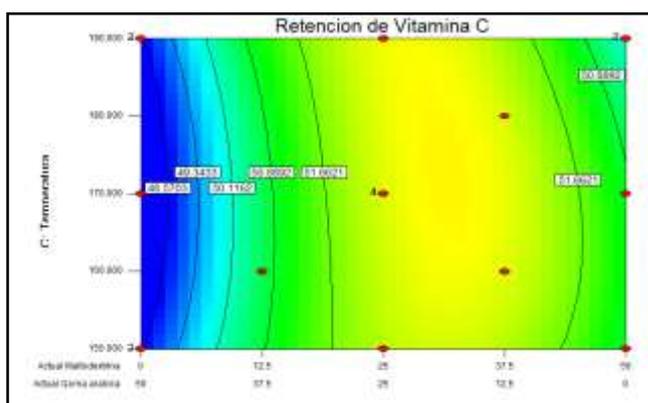


Figura 2.

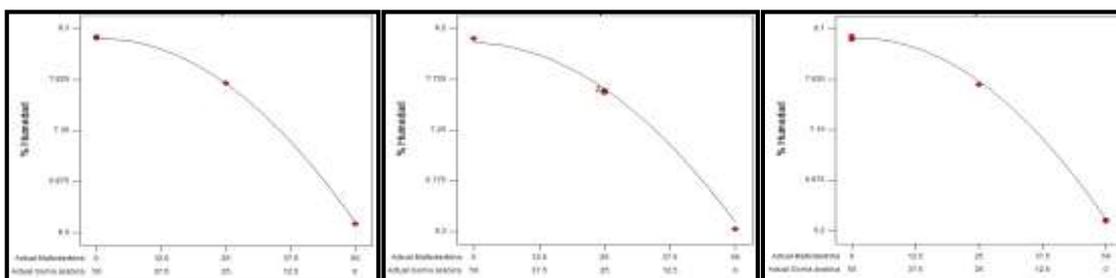
Comportamiento de las variables T°, % de encapsulantes en la Retencion de vitamina C.

B) Efecto de la temperatura, tipo y concentración de encapsulante en el % Humedad del atomizado de Aguaymanto.

A través del ANOVA se evaluó la significancia estadística de cada efecto trabajando con un nivel de significancia del 95.0%.

La ecuación que permite describir % Humedad obtenida durante el proceso de atomización en función de la concentración de maltodextrina y goma arábiga y la temperatura para un valor de R-cuadrada = 99.55% es la siguiente:

$$\% \text{ Humedad} = 7.96398 * \text{Maltodextrina} + 12.12838 * \text{Goma arabica} + 11.81348 * \text{Maltodextrina} * \text{Goma arabica} - 0.013883 * \text{Maltodextrina} * \text{Temperatura} - 0.042897 * \text{Goma arabica} * \text{Temperatura} - 0.12133 * \text{Maltodextrina} * \text{Goma arabica} * \text{Temperatura} + 2.70000\text{E-}005 * \text{Maltodextrina} * \text{Temperatura}^2 + 1.11812\text{E-}004 * \text{Goma arabica} * \text{Temperatura}^2 + 3.61242\text{E-}004 * \text{Maltodextrina} * \text{Goma arabica} * \text{Temperatura}^2$$



3a. Temperatura de 150°C

3b. Temperatura de 170°C

3c. Temperatura de 190°C

Figura 3.

Efectos de las Temperaturas con diferentes % de agentes encapsulantes en el porcentaje de humedad.

La figura 3a, a medida que la cantidad de maltodextrina aumenta y la goma arábiga disminuye la humedad disminuye, obteniendo un máximo valor con una formulación de 50% Maltodextrina, el cual reportó un máximo de 6.48 % de Humedad, este fue mayor en comparación a los resultados obtenidos con las otras temperaturas. 3b, el % Humedad va disminuyendo mientras que se aumenta la concentración de Maltodextrina y disminuyendo la Goma Arábiga, obteniendo un máximo valor con una formulación de 50% de maltodextrina, el cual reportó un máximo de 6.321 % humedad. 3c, a una temperatura de 190°C, el % de humedad es menor en comparación con las otras temperaturas pero el contenido de agente encapsulante se mantiene, obteniendo un máximo valor al 50% Maltodextrina, el cual reportó un máximo de 6.29 % humedad.

Quek *et al.* (2007) y Moreira *et al.* (2009) obtuvieron muestras con menor % humedad al aumentar la temperatura en jugo de sandía y polvo de acerola, secado por pulverización, utilizando maltodextrina como agente portador. El uso de temperaturas altas implica una mayor tasa de transferencia de calor a las partículas, lo que conduce a un aumento de la evaporación de agua producto, resultando polvos con menor % humedad. Candela – Cadillo *et al.*, 2005, Quek *et al.*, 2007 y Tonon *et al.*, 2009, mencionan que la humedad disminuye a mayor temperatura de entrada existe un gradiente más grande entre el flujo atomizado y el aire de secado, resultando en una fuerza motriz para una mayor evaporación del agua y por lo tanto la producción de polvos con menor contenido de humedad.

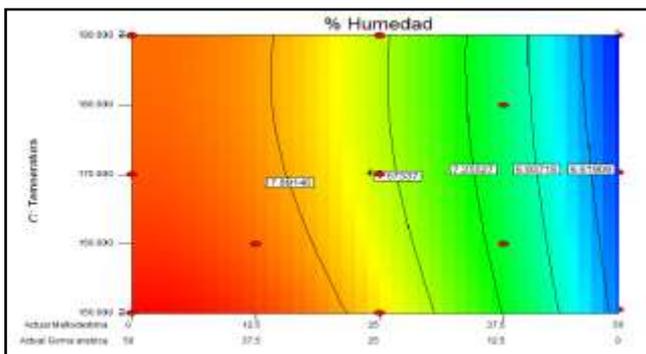


Figura 4.

Comportamiento de las variables T° , % de encapsulantes en el % Humedad.

La figura 4, se analiza el comportamiento del % Humedad, a distintas formulaciones de encapsulantes (maltodextrina y Goma Arábica) y Temperaturas de tratamiento (150 – 190°C), al ir aumentando el contenido de maltodextrina y disminuyendo el contenido de Goma Arábica, ambas hasta 25% se llega a un máximo de % Humedad de 7.6; y al aumentar la T° de secado se observa que el % humedad disminuye.

Keyon (1988) afirma que las maltodextrinas con DE (dextrosa equivalente) bajas no son muy higroscópicas. BeMiller (1996), señala que la maltodextrina con DE mayores, tienen mayor capacidad de absorber humedad. La maltodextrina utilizada tenía un DE con valor 10, lo que justifica que la formulación con 50% maltodextrina que observamos en la gráfica, sea la que tenga menor humedad y por tanto tendencia a ser menos higroscópica. Nótese que a medida que disminuye su participación en las mezclas, se produce ligeros incrementos en la humedad de las otras formulaciones. García – Gutierrez et al, 2004, cita que en productos en polvo el contenido de humedad es importante ya que a menor % humedad es mayor el tiempo de vida de anaquel, lo cual reduce costos y facilita la transportación. A este respecto, es importante que un alimento en polvo tenga un contenido de humedad menor al 10%. Actualmente los productos alimenticios en polvo elaborados a partir de frutas y verduras con buenas propiedades nutritivas y de hidratación son de interés en la industria alimentaria. Los reportes señalan que los zumos atomizados de aguaymanto, a diferentes mezclas de agentes encapsulantes, presentan valores entre 0.629 y 0.822 de humedad, los cuales se encuentran dentro del rango citado por García – Gutierrez et al, 2004, para alimentos deshidratados.

C) Efecto de la temperatura, tipo y concentración de encapsulante en la actividad de agua (A_w) del atomizado de Aguaymanto.

La ecuación que describe la Actividad de Agua (a_w) obtenida durante el proceso de atomización en función de la concentración de maltodextrina y goma arábica y la temperatura para un valor de R-cuadrada = 96.57%. Actividad de agua = $0.014973 * \text{Maltodextrina} + 0.64826 * \text{Goma arábica} - 0.37331 * \text{Maltodextrina} * \text{Goma arábica} + 2.93750\text{E-}003 * \text{Maltodextrina} * \text{Temperatura} - 3.89877\text{E-}003 * \text{Goma arábica} * \text{Temperatura} + 3.80591\text{E-}003 * \text{Maltodextrina} * \text{Goma arábica} * \text{Temperatura} - 8.92647\text{E-}006 * \text{Maltodextrina} * \text{Temperatura}^2 + 1.04907\text{E-}005 * \text{Goma arábica} * \text{Temperatura}^2 - 8.43507\text{E-}006 * \text{Maltodextrina} * \text{Goma arábica} * \text{Temperatura}^2$

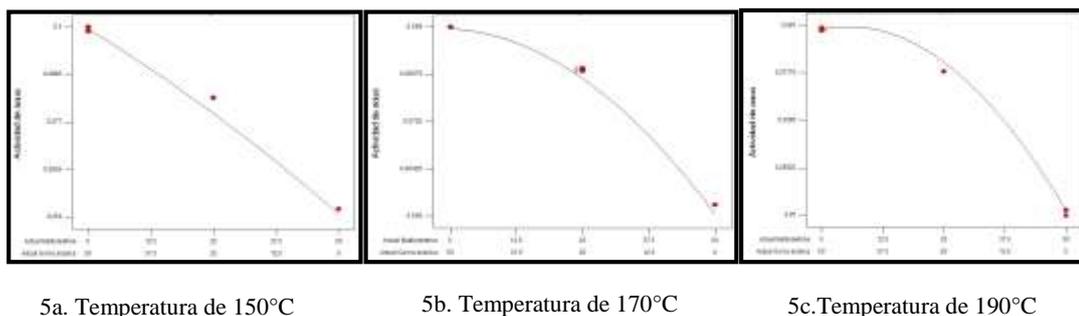


Figura 5.
Efectos de las Temperaturas con diferentes % de agentes encapsulantes en la Aw.

La figura 5a, a una temperatura de 150°C, la cantidad de actividad de agua es menor, cuando la maltodextrina aumenta hasta un 50% y la goma arábica disminuye en su totalidad, obteniendo un máximo valor de 0.256 actividad de agua. 5b, a distintas concentraciones de encapsulantes (Maltodextrina y Goma Arábica) y a una temperatura de 170°C, del cual se puede concluir que a medida que la cantidad de maltodextrina aumenta y la goma arábica disminuye la actividad de agua disminuye, obteniendo un máximo valor con una formulación de 50% Maltodextrina, el cual reporto un máximo de 0.258 de actividad de agua. 5c, podemos observar que a una temperatura de 190°C, la actividad de agua es menor en comparación con las otras temperaturas, pero el contenido de agente encapsulante se mantiene, obteniendo un máximo valor con una formulación de 50% Maltodextrina, el cual reporto un máximo de 0.25 de actividad de agua.

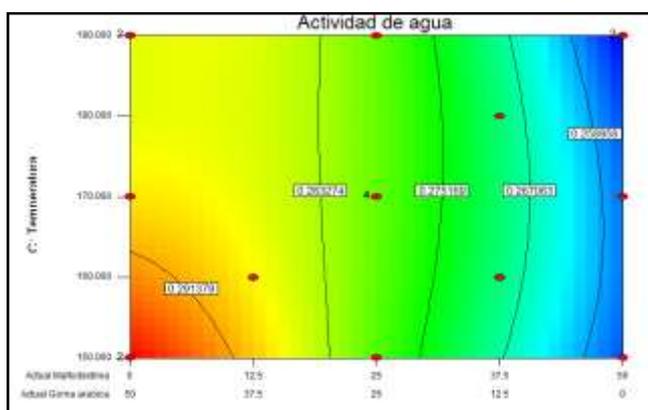


Figura 6.
Comportamiento de las variables T°, % de encapsulantes en la actividad de agua (Aw).

Mediante las curvas de contorno figura 6, se analiza el comportamiento de la Actividad de Agua, muestra que ir aumentado el contenido de maltodextrina y disminuyendo el contenido de Goma Arabiga, ambas hasta 25% se llega a un maximo de actividad de agua de 0.2813; y al aumentar la Temperatura de secado la actividad de agua disminuye.

Fenema (1996), citado por Mara Righetto (2003) menciona que la actividad de agua de encapsulados varía entre 0.199 y 0.3, que son valores muy típicos de alimentos deshidratados. Quek *et al.*, (2007), menciona que todas las muestras presentaron valores de actividad de agua (aw) por debajo de 0.3, lo que fue positivo para la estabilidad del producto en polvo, ya que habrá meno agua disponible para el desarrollo de los microorganismos en crecimiento así como par a las reacciones bioquímicas indeseables lo que asegura una vida útil más larga al producto.

Fennema, (1996), menciona que la actividad de agua (aw) es una de las propiedades más importantes procesamiento, preservación y almacenamiento de alimentos, que cuantifica el grado

de fijación de agua en el producto y por lo tanto su disponibilidad para actuar como disolvente y participar en las transformaciones químicas, bioquímicas y microbiológicas, reportes señalan los zumos atomizados de aguaymanto, a diferentes mezclas de agentes encapsulantes, presentan valores de actividad del agua (aw) entre 0.251 y 0.3, estando dentro del rango citado por Fenema y Quek para alimentos deshidratados.

Parámetros optimizados

La Tabla 5 muestra la solución para obtener la mayor retención de vitamina C en el zumo atomizado de aguaymanto y mantener sus propiedades iniciales.

Tabla 5

Valores optimos de las variables Temperatura, % Humedad, Actividad de Agua (Aw) y Retencion de Vitamina C.

% Maltodextrina	% Goma Arábica	Temperatura (°C)	Retención de Vitamina C	% Humedad	Actividad de agua (aw)	Desirability
50	0	164.55	51.06866777	6.41066406	0.25663937	0.73959338

Pedroza-Islas R, Vernon-Carter EJ, Durán C. (1999), menciona que se ha encontrado que la eficiencia de encapsulación y morfología de micropartículas se optimiza cuando el porcentaje de MD es superior a 50%. Según lo obtenido mediante la solución que nos proporciona el programa, obtuvimos una retención de vitamina C de 51.0686 mg/100gr, con un contenido del 50% de maltodextrina.

4. Conclusiones

- La composición físico química del Aguaymanto (*Physalis peruviana*) del valle de Moro es: Humedad 87,62%; °Brix 14; pH 3,52; Acidez Titulable 1,26 % y ácido ascórbico 42,8054 mg.
- La mejor formulación de encapsulantes para el proceso de atomización es la Maltodextrina, debido a su estructura formada por uniones de glucosa con enlace alfa 1-4, la cual evita que se degrade la vitamina C. La Concentración de encapsulante optima es 50% de Maltodextrina, obteniéndose: Humedad 6,4106 %, Aw 0,2566 y Vitamina C 51,0686 mg/100gr a una temperatura de 165°C.
- A mayor concentración de maltodextrina el porcentaje de humedad disminuye alargando el tiempo de vida útil del producto, debido a que su estructura está formada por uniones de glucosa con enlace alfa 1-4, evitando la degradación de componentes como la vitamina C.

5. Referencias

- AOAC. (1990). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists (15th ed). In K. Helrich (ed). Washington, DC, USA: AOAC.
- Bakan, J. (1973) Microencapsulation of foods and related products. Food Technology, v.27, n.11, p.34-44.
- Beatus, Y; Raziell, A; Rosenberg, M; Kopelman, I. (1985). Spray-drying microencapsulation of paprika oleosomes. Wissenschaft und Technologie. V. 18, p.28-34.
- Be Miller, J; Whistler, R. (1996). Carbohydrates. In: Fenema, O.R. Food Chemistry. 3ed. Cap 4, p. 157-224.
- Caridad Rivas (2010), Microencapsulación y estabilización enzimática del jugo de chirimolla (Annona Cherimola Mill). Tesis para optar el título en Maestro en Ciencias en Bioprocesos. Facultad de Ingeniería de Alimentos.
- Cristhiane Ferrari (2012), Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) Centro

- de Tecnologia de Frutas e Hortaliças (FRUTHOTEC) Av. Brasil, 2880 CEP: 13.070-178 Campinas/SP – Brasil email: cferrari@ital.sp.gov.br.
- Jackson, L; Lee, k (1991). Microencapsulation and the food industry. Lebensmittel Wissenschaft Technologie- Food Science, v.24, n.4, p.289-297.
- Masters, K; (2002). Spray Drying in practice. Ed. Spray Dry Consult International ApS, Charlottenlund, Denmark.
- Mujumdar, A.S., (1995); Handbook of Industrial Drying. Ed. Marcel Dekker, Inc., New York. Pp.263-309.
- Pedroza-Islas R, Vernon-Carter EJ, Durán C. Using biopolymer blends for shrimp feedstuff microencapsulation I. Microcapsule particle size, morphology and microstructure. Food Res Int. 1999; 32 (5): 367-374.
- Renata Valeriano Tonon (2009), Secagem por atomizacao do suco de acai: Influencia das variaveis de processo qualidade, estabilidade do producto. Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Alimentos.
- RÉ, M.I. (1998), Microencapsulation by spray drying. Drying Technology, v.16, n.6, p.1195-1236.
- Reineccius, G.A. (1998), Multiple-core encapsulation: the spray drying of food ingredients. In: VILSTRUP, P. Microencapsulation of food ingredients. Surrey, Leatherhead Publishing, p.151-185.
- Riguetto, A.M., y Netto, F.M. (2005). Effect of encapsulating materials on water sorption, glass transition and stability of juice from immature acerola. International Journal of Food Properties, 8 (2), 337-346.
- Rojas, T. (1996). Influencia del Método de Secado en la Calidad de la Fresa (*Fragaria chiloensis*) deshidratada. Tesis para optar el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Peru.
- Thies, C. (2001) Microencapsulation: what it is and purpose. In: VILSTRUP, P. Microencapsulation of food ingredients. Surrey, Leatherhead Publishing, p.1-30.
- Vásquez, L. (1990) : Estudio Comparativo de las Características del jugo de limón Sutil deshidratado por liofilización y Secado al vacío. Tesis para optar el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima –Perú.