



Influencia de diferentes agentes encapsulantes en la retención de vitamina C en el zumo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) atomizado

Influence of different encapsulating agents on the retention of vitamin C in the blueberry juice (*Vaccinium corymbosum*) atomized

Lastenia Coronel Carpio; José B. Pérez Juárez; Noemí León Roque*

Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Juan XXIII 391, Lambayeque, Perú.

RESUMEN

En los últimos años el consumo de alimentos funcionales ha crecido de manera significativa. El arándano (*Vaccinium corymbosum*) es una fuente importante de vitamina C, antocianinas y compuestos fenólicos que le confieren un alto valor antioxidante. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de diferentes agentes encapsulantes en la retención de la vitamina C en zumo de arándano atomizado. Se empleó frutos maduros de arándano azul para obtener el zumo que contenía 6,3 mg de vitamina C/100g, 13,1 °Bx, 0,9% de acidez total. Posteriormente fueron atomizados a 165 °C, velocidad del aire caliente 60 m/s y caudal de alimentación 0,127 mL/s. Se emplearon agentes encapsulantes como Goma Arábiga (GA) y Carragenina (C): 100% C; 100% GA; 50% C + 50% GA; 25% C + 75% GA; 75% C + 25% GA, obtenidos utilizando un diseño experimental de mezclas implementada Design Expert 7. El porcentaje de encapsulante en todas las formulaciones se fijó en 13,1% (contenido de sólidos soluble del zumo). La formulación de 25% C y 75% GA permitió obtener la máxima retención de vitamina C (5,38 mg/100g), que representa un 85,9% de retención. El tipo de encapsulante influye en la retención de vitamina C durante el atomizado del zumo de arándano.

Palabras clave: Vitamina C; arándano; atomizado; agentes encapsulantes.

ABSTRACT

In recent years, the consumption of functional foods has grown significantly. Blueberry (*Vaccinium corymbosum*) is an important source of vitamin C, anthocyanins and phenolic compounds that give it a high antioxidant value. The objective of the present work was to evaluate the influence of different encapsulating agents in the retention of vitamin C in atomized blueberry juice. Mature blueberry fruits were used to obtain the juice that contained 6.3 mg of vitamin C/100g, 13.1 °Bx, and 0.9% of total acidity. Subsequently they were atomized at 165 °C, hot air speed 60 m/s and feed rate 0,127 mL/s. Encapsulating agents were used as Arabica Gum (GA) and Carrageenan (C): 100% C; 100% GA; 50% C + 50% GA; 25% C + 75% GA; 75% C + 25% GA, obtained using an experimental design of mixtures implemented Design Expert 7. The percentage of encapsulant in all formulations was set at 13.1% (soluble solids content of the juice). The formulation of 25% C and 75% GA allowed obtaining the maximum retention of vitamin C (5.38 mg/100 g), which represents an 85.9% retention. The type of encapsulant influences the retention of vitamin C during the spraying of the cranberry juice.

Keywords: Vitamin C; blueberry; atomized; encapsulating agents.

1. Introducción

En los últimos años el consumo de alimentos funcionales se ha convertido en una gran demanda por los nutrientes y vitaminas que contienen, las tendencias en la alimentación han dado un giro hacia el consumo de productos naturales y autóctonos buscando; productos saludables, nutritivos y de fácil preparación; productos con un mínimo tratamiento y con menor agregado de ingredientes sintéticos, de

tal modo que estos contribuyan a preservar la salud, previniendo el desarrollo de enfermedades de manera significativa.

El arándano (*Vaccinium spp.*) es una especie que pertenece al gran grupo de los frutos rojos, la producción de arándanos en todo el mundo ha aumentado en los últimos cinco años (Brazelton, 2011). En la actualidad es uno de los frutos más valiosos en todo el mundo debido a sus propiedades organolépticas y nutricionales (Gross *et al.*, 2016).

Sin embargo, desde el momento en que los arándanos se cosechan son muy susceptibles a los cambios estructurales, nutricionales y bioquímicos. Se comercializan frescos o procesados como congeladas rápidamente por separado (IQF) de fruta, jugo o secos o bayas, que a su vez pueden ser usados en una variedad de productos de consumo tales como jaleas, mermeladas, tartas, magdalenas (Wu et al., 2010). Su valor nutricional es, según la estandarización de la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos, rico en fibras y vitaminas C y A, tienen alto valor antioxidante, propiedades antibióticas, urinarias, disminuyen la arteriosclerosis, enfermedades coronarias y cerebro vasculares (Feldman, 2008; Ofek et al., 1991; Frontela et al., 2010). Las antocianinas y otros compuestos fenólicos son componentes característicos de este tipo de frutas (Del Río et al., 2010).

La vitamina C (ácido ascórbico), también conocido como ácido cevilámico o antiescorbútico, se oxida rápidamente, especialmente en la presencia de iones metálicos como el cobre, hierro, álcalis y enzimas oxidativas; la exposición a la luz y el calor causa su degradación (Drug Information for the Health Care Professional, 1997).

Uno de los compuestos activos que se han encapsulado con diferentes polímeros es el ácido ascórbico (Alishahi et al., 2011; Alvim et al., 2016). Con la finalidad de conservar el contenido de vitamina C en arándano se estudia los agentes encapsulantes que constituyen una barrera entre el componente en la partícula y el medio ambiente, la cual lo protege del oxígeno, agua, luz y contacto con otros ingredientes, además de controlar la difusión. La eficiencia de la protección depende de la composición, estabilidad de la estructura y condiciones de operación durante la producción y uso de las partículas (temperatura, pH, presión, humedad). La barrera la conforman compuestos de cadena que crean una red con propiedades hidrofílicas o hidrofóbicas dependiendo del producto. Las propiedades de un polvo también dependen de las propiedades del material de la pared como por ejemplo de la cantidad relativa de lípidos que permanecen sin encapsular en la superficie de la partícula (Fuchs et al., 2006; García y López, 2012). La formulación del encapsulante influye en las propiedades del polvo, y en el control de fenómenos como la transición vítrea, la fusión, la cristalización y el endurecimiento (Fuchs et al., 2006). Una de las tecnologías industriales más utilizadas para la encapsulación es secado por atomización. Se aplica para moléculas bioactivos de los alimentos y probióticos vivos. Es un procedimiento rápido y

barato que, cuando se lleva a cabo adecuadamente, es altamente reproducible (Paul de Vos, 2010).

Las dificultades tecnológicas que se presentan durante el secado de jugo de frutas y otros productos con altos contenidos de azúcar, se deben a la elevada higroscopicidad y termo-plasticidad a altas temperaturas y humedades (Adhikari et al., 2004). Por esta razón, en las últimas décadas, se ha incrementado la adición de algunos materiales como maltodextrina, gomas, pectinas, silicato de calcio y carboxy-metilcelulosa, entre otros, para la producción de polvos tanto alimenticios, como farmacéuticos y cosméticos, con el fin de encapsular componentes activos.

Los diversos estudios realizados, referente a la evaluación de la retención de vitamina C en frutos cítricos, pone en evidencia los diferentes métodos establecidos y probados; como lo muestran Marchema y Rodríguez (2011) en su trabajo de investigación, exponen que se tiene mejores resultados con el 50% G (Goma arábica), ya sea para los procesos de liofilización o atomización, logrando una retención de 95,683% y 92,35%, respectivamente.

Al respecto, Gómez y González (2009) determinan el proceso más conveniente para el secado de frutas cítricas (mandarina, variedad Arrayana) concluyendo que los resultados son mejores para la atomización, sobre todo en la que la durabilidad del producto, lo cual se reafirma por las características generales y tecnológicas, que demuestran que la liofilización es un proceso más estricto y costoso.

Por estas razones, el estudio se centró en establecer la influencia de los encapsulantes adecuados que garantice la mejor retención de la vitamina C del zumo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) teniendo como referencia la temperatura óptima de atomización, debido a que estos frutos presentan propiedades curativas para ciertas enfermedades. Así mismo, este tipo de secado por atomización evidencia oportunidades para la retención de los compuestos nutricionales en mayor proporción, y poder lograr el consumo masivo de este producto por la población.

Los objetivos de esta investigación fueron: (i) evaluar la influencia de diversos agentes encapsulantes en la retención de vitamina C en el zumo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) atomizado, (ii) determinar la acidez titulable, humedad, pH, grados brix, concentración de vitamina C en zumo de arándano, (iii) evaluar el tipo y concentración de encapsulante como ayudante en el secado de zumo de arándano, (iv) realizar análisis físico-químicos del zumo de arándano atomizado.

2. Material y métodos

Muestra

Se utilizaron frutos de arándanos azules (*Vaccinium corymbosum*) de la variedad Biloxy del tipo blueberry en estado maduro, procedentes del fundo Agroindustrias San Juan del distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, región Lambayeque (Perú). Se seleccionaron frutos de pulpa firme de color característico azul oscuro con 13,10 °Brix.

Reactivos

2,6 diclorofenolindifenol, 2,2-difenil-1-picrilhidracilo, Ácido ascórbico, Acido oxálico (solución al 0,4%), Hidróxido de sodio (0,1 N), Fenoltaleína, Carragenina (C), Goma Arábica (GA).

Extracción del zumo

la extracción del zumo de arándano se realizó utilizando 12 kg de frutos de arándanos al estado maduro, se pesó, se lavó con agua potable y se desinfectó sumergiendo el fruto en una solución de 5 litros de agua y 5 mL de hipoclorito de sodio (50 ppm / 10 min), se procedió a descascararlo manualmente con la finalidad de que las propiedades presentes en la cáscara no interfieran en los resultados de la determinación del contenido de vitamina C, la extracción se realizó con un licuo-extractor para extraer el jugo en su totalidad, los sólidos fueron separados utilizando un colador, se separaron en muestras de 170 mL para los análisis del zumo y muestras de 150 mL c/u para los tratamientos de encapsulados y atomizado.

Obtención del zumo de arándano atomizado: Las muestras de zumo de arándano fueron homogenizadas con mezclas de Carragenina (C) y Goma Arábica (GA) utilizados como agentes encapsulantes, los tratamientos fueron obtenidos utilizando un diseño experimental de mezclas implementada Design Expert 7, que dieron un total de ocho (8) tratamientos (T): 100% C + 0% GA (T1); 0% C + 100% GA (T2); 50% C + 50% GA (T3); 50% C + 50% GA (T4); 25% C + 75% GA (T5); 75% C + 25% GA (T6); 100% C + 0% GA (T7); 0% C + 100% GA (T8) (Tabla 1), la homogenización se realizó en una licuadora Oster de 3 velocidades en donde se adicionó el encapsulante poco a poco para obtener una mezcla homogénea y completa, evitando la formación de grumos, el atomizado se llevó a cabo en un equipo llamado Spray Dryner, Ic40d, Code 991650 del laboratorio de Investigación y Desarrollo de Nuevos Productos de la Universidad Nacional del Santa (Chimbote), los tratamientos homogenizados con los encapsulantes se acondicionaron en un vaso de alimentación del atomizador cubriendo con papel

aluminio para evitar el ingreso de luz, procediendo al secado por este sistema a una temperatura del aire = 165 °C/15 minutos, velocidad del aire caliente = 60 m/s y caudal de alimentación = 0,127 mL/s, hasta el consumo total de la muestra homogenizada (Tabla 2).

Tabla 1

Proporciones de agentes encapsulantes

| Tratamientos | Carragenina (C) | Goma Arábica (GA) |
|--------------|-----------------|-------------------|
| T1 | 100% | 0% |
| T2 | 0% | 100% |
| T3 | 50% | 50% |
| T4 | 50% | 50% |
| T5 | 25% | 75% |
| T6 | 75% | 25% |
| T7 | 100% | 0% |
| T8 | 0% | 100% |

Nota: Design Expert 7.

Tabla 2

Parámetros para la atomización del zumo de arándano encapsulado

| Parámetros | Valor |
|-----------------------------|------------|
| Velocidad de aire caliente | 60 m/s |
| Q alimentación | 0,127 ml/s |
| Presión del aire comprimido | 2 bar |
| Temperatura de secado | 165 °C |

Nota: Spray Dryner, Ic40d, Code 991650 del laboratorio de Investigación y Desarrollo de Nuevos Productos de la Universidad Nacional del Santa (Chimbote).

Análisis fisicoquímicos del zumo de arándano:

se realizaron las determinaciones de humedad mediante el método de la AOAC – N°981.05 (1990), determinación de acidez titulable mediante el método de la AOAC – N°950.07 (1984), determinación de pH mediante el método de la AOAC – N°935.15 (1980), así como la determinación de los sólidos solubles expresados en grados Brix utilizando el refractómetro ABBE.

Contenido de vitamina C del zumo de arándano

La vitamina C se determinó por espectrofotometría con un espectrofotómetro UV, Marca Jasco, V-670 del laboratorio de Investigación y Desarrollo de Nuevos Productos de la Universidad Nacional del Santa, utilizando el método (Methods of Vitamin Assay, 1974) basado en la reducción del colorante 2,6 diclorofenolindifenol.

Se utilizó curva estándar con ácido ascórbico para calcular el contenido de Vitamina C y se expresó como mg de ácido ascórbico/100 g de muestra teniendo en cuenta que los arándanos contienen de acuerdo a Dinamarca et al. (1986) (14 mg de ácido ascórbico / 100 g de muestra).

Evaluación fisicoquímica de los tratamientos

Se realizó análisis fisicoquímicos de la humedad inicial y final, vitamina C, pH y acidez titulable.

Análisis Estadístico

El diseño experimental que se empleó fue un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial 2 X 4. Se realizaron 8 tratamientos con 3 repeticiones a un nivel de significancia de ($p < 0,05$), evaluando al final del atomizado la humedad y contenido de vitamina C, utilizando para el análisis estadístico el Contenido de Vitamina C, la humedad inicial y final, para el análisis estadístico se utilizó el Software IBM SPSS Statistics 24.

3. Resultados y discusión

En la [Tabla 3](#) se presentan las determinaciones fisicoquímicas del zumo de arándanos, el valor de 83,66% de humedad es similar a lo reportado por [Dinamarca et al. \(1986\)](#). El porcentaje de sólidos solubles obtenido fue de 13,10 °Brix trabajos similares registraron valores iguales o superiores a 10°Brix ([Feippe et al., 2010](#)). El resultado obtenido en esta investigación se encuentra dentro del rango que oscila entre los 10 y 15 °Brix, lo cual está descrito para el fruto maduro por [Buzeta \(1997\)](#). El pH del zumo de arándano obtenido fue de 3,325 este resultado se encuentra en el rango que presenta [Flores \(2014\)](#) entre 3,0 y 3,4. La acidez total titulable obtenido fue de 0,89% que a diferencia de lo que mencionen los autores [Caruso y Ramsdell \(1995\)](#) establecen valores de hasta 1,2% por lo cual se encontraría dentro del rango para este fruto.

El contenido de la vitamina C fue de 6,26 mg/100 ml de zumo, comparándolo no está muy lejano de lo que menciona la base de datos de los nutrientes de la USDA sobre el arándano azul (*Vaccinium corymbosum*) el cual indica un contenido de vitamina C de 9,7 mg. Las determinaciones en zumo de arándanos es necesario conocer para la cuantificación de la vitamina C, por lo que se ha aplicado 2 tipos de encapsulantes en el proceso de atomizado, Carragenina (C) y Goma Arábica (GA) tal cual se indica en la ([Tabla 1](#)), la aplicación de estos agentes es necesario debido a que los compuestos que constituyen el zumo de arándano, tienen temperaturas de transición vítrea bajas y el empleo de secadores por atomización transforma disoluciones, emulsiones o dispersiones de un producto (estado líquido) en productos en polvo, estos encapsulantes evitan problemas de pegajosidad (stickiness) y de elevada higroscopicidad. Se utilizaron estos agentes encapsulantes en esta investigación para lograr la retención de la vitamina C en mayor concentración en el zumo atomizado.

Tabla 3

Determinaciones fisicoquímicas y de Vitamina C del zumo de arándano

| Características | Composición |
|-------------------------------|-------------|
| Humedad ^a | 83,66 |
| Acidez titulable ^a | 0,89 |
| pH | 3,325 |
| Sólidos Solubles ^b | 13,10 |
| Sólidos Totales ^a | 16,34 |
| Vitamina C ^c | 6,26 |

^a La composición se da en porcentaje (%)

^b Los sólidos solubles son expresados en °Brix

^c La vitamina C se expresa en mg/100 g de muestra.

En la [Tabla 2](#) se presentan los parámetros del sistema de secado por atomización, los cuales han sido constantes en todas las muestras a evaluar.

En la [Tabla 4](#) se presentan los resultados de los sólidos solubles (°Brix) inicial debido a que estuvieron relacionadas con los sólidos solubles del zumo de arándano a encapsular; y la cantidad de retención de vitamina C en cada uno de los ocho (8) tratamientos con los encapsulantes Carragenina (C) y Goma Arábica (GA) de zumo de arándanos atomizados, los cuales fueron sometidos a un análisis estadístico; el análisis de varianza del contenido de vitamina C indica que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos, es decir que los porcentajes de encapsulantes afectan a la retención de la vitamina C procediendo a la Prueba de Tuckey al 5% de significancia, obteniendo 4 rangos, eligiéndose el rango "A" por tener mayor porcentaje de Vitamina C, por lo tanto el mejor tratamiento es T5 (25% C - 75% GA) mostrando mayor capacidad de retención de la vitamina C (5,38 mg) que representa un 85,9% de retención ([Figura 1](#)); así mismo, los datos de la [Tabla 4](#) con la misma letra no mostraron diferencia significativa. [Al-Ismael et al. \(2016\)](#) mencionan alta retención de vitamina C utilizando goma arábica como encapsulante debido al efecto de alta resistencia de la goma arábica a tratamientos a altas temperaturas de atomización.

Tabla 4

Sólidos solubles (°Brix) inicial de zumo de arándano a encapsular y retención de vitamina C en zumo de arándanos atomizados

| Tratamientos (T) | °Brix ^a | σ | Vitamina C(mg) ^b | σ |
|---|--------------------|----------|-----------------------------|----------|
| 100% C ^c + 0% G.A ^d | 12,5±0,364 | 0,321 | 3,75±0,111 D | 0,098 |
| 0% C ^c + 100% G.A ^d | 11,4±0,226 | 0,200 | 4,97±0,020 B | 0,017 |
| 50% C ^c + 50% G.A ^d | 11,7±0,679 | 0,600 | 4,15±0,167 C | 0,148 |
| 50% C ^c + 50% G.A ^d | 12,3±0,299 | 0,265 | 4,23±0,071 C | 0,062 |
| 25% C ^c + 75% G.A ^d | 11,0±0,299 | 0,265 | 5,38±0,349 A | 0,308 |
| 75% C ^c + 25% G.A ^d | 12,1±0,299 | 0,265 | 3,59±0,335 D | 0,296 |
| 100% C ^c + 0% G.A ^d | 11,2±0,226 | 0,200 | 3,64±0,148 D | 0,131 |
| 0% C ^c + 100% G.A ^d | 11,6±0,519 | 0,458 | 4,84±0,178 B | 0,157 |

σ : Desviación estándar

^a/ Brix promedio de 3 repeticiones ± error estándar

^b/ mg de Vitamina C promedio de 3 repeticiones ± error estándar

^c/ Carragenina

^d/ Goma Arábica

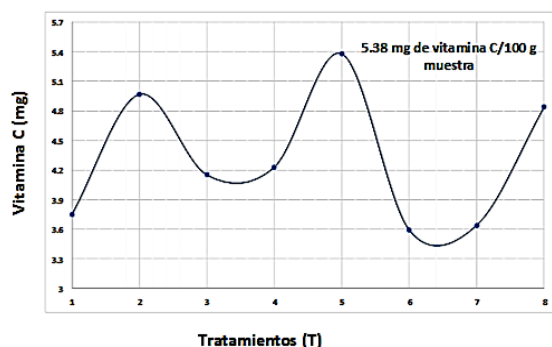


Figura 1. Retención de vitamina C en zumo de arándano atomizado.

En la [Tabla 5](#) se presentan los resultados de la humedad inicial (HI) del zumo de arándano a encapsular y la humedad final (HF) de zumo de arándanos atomizados de cada uno de los ocho (8) tratamientos con los encapsulantes Carragenina (C) y Goma Arábica (GA), los cuales fueron sometidos a un análisis estadístico para la HI y HF el análisis de varianza indica que no hay diferencia significativa en la humedad inicial y final del zumo de arándano atomizado ($p > 0,05$), con diferencia mínima de desviación estándar entre los tratamientos, esto indica que no hubo efecto significativo en el tipo y concentración de encapsulante sobre la actividad de agua del atomizado ([Velásquez-Barreto et al., 2018](#)), tal como se presenta en la [Figura 2](#). En muestras atomizadas la humedad es casi constante en promedio de 2%. [Chumpitaz \(1995\)](#) y [Reineccius \(1991\)](#) señalan que la goma arábica es el más utilizado en los procesos de micro encapsulamiento por atomización, porque es un buen agente emulsionante, facilita el proceso de secado y muestra una buena retención de compuestos volátiles, por lo general, superior al 85%.

Tabla 5

Humedad inicial (HI) de zumo de arándano a encapsular y humedad final (HF) en zumo de arándanos atomizados

| Tratamientos (T) | HI ^a | σ | HF ^b | σ |
|---|-----------------|----------|-----------------|----------|
| 100% C ^c + 0% G.A ^d | 88,6±0,364 | 0,031 | 2,6±0,111 | 0,007 |
| 0% C ^c + 100% G.A ^d | 83,2±0,226 | 0,082 | 2,6±0,020 | 0,006 |
| 50% C ^c + 50% G.A ^d | 77,4±0,679 | 0,041 | 2,0±0,167 | 0,001 |
| 50% C ^c + 50% G.A ^d | 77,4±0,299 | 0,029 | 2,0±0,071 | 0,010 |
| 25% C ^c + 75% G.A ^d | 80,2±0,299 | 0,016 | 2,4±0,349 | 0,010 |
| 75% C ^c + 25% G.A ^d | 82,5±0,299 | 0,014 | 2,5±0,335 | 0,014 |
| 100% C ^c + 0% G.A ^d | 88,6±0,226 | 0,031 | 2,6±0,148 | 0,005 |
| 0% C ^c + 100% G.A ^d | 83,2±0,519 | 0,017 | 2,5±0,178 | 0,006 |

σ : Desviación estándar

^a/ Porcentaje de humedad inicial (%) promedio de 3 repeticiones \pm error estándar

^b/ Porcentaje de humedad final (%) promedio de 3 repeticiones \pm error estándar

^c/ Carragenina

^d/ Goma Arábica.

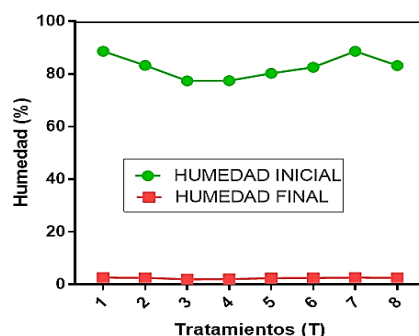


Figura 2. Humedad inicial (HI) de zumo de arándano y humedad final (HF) de zumo de arándano atomizado.

4. Conclusiones

Se determinó las principales características fisicoquímicas del zumo de arándano, obteniendo una acidez titulable de 0,89% g de ácido cítrico/100 g de muestra, con una humedad promedio de 83,66%, pH 3,325 y 13,10 de °Brix.

Se emplearon diferentes porcentajes de encapsulantes Goma Arábica (GA) y Carragenina (C): 100% C; 100% GA; 50% C + 50% GA; 25% C + 75% GA; 75% C + 25% GA, obtenidos utilizando un diseño experimental de mezclas implementada Design Expert 7.

Los tratamientos fueron sometidos a un análisis estadístico; el análisis de varianza del contenido de vitamina C indica que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos y la Prueba de Tuckey al 5% de significancia, muestra que el mejor tratamiento es T5 (25% C – 75% GA) con capacidad de retención de la vitamina C (5,38 mg) que representa un 85,9% de retención.

El tratamiento con mejor retención de Vitamina C presentó una humedad inicial del zumo de arándano de 80,20% y humedad final del zumo de arándano atomizado de 2,4% y 11 °Brix de sólidos solubles.

Concluyendo finalmente que el tipo de encapsulante influye en la retención de vitamina C durante el atomizado del zumo de arándano.

Agradecimientos

Al laboratorio de Investigación y Desarrollo de Nuevos Productos de la Universidad Nacional del Santa-Chimbote por las facilidades prestadas para la ejecución del trabajo de investigación.

Referencias bibliográficas

- AOAC. 1990. Official methods of Analysis. Recuperado de: AOAC. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
- Alishahi, A.; Mirvaghefi, A.; Tehrani, M.R.; Farahmand, H.; Shojaosadati, S.A.; Dorkoosh, F.A.; Elsabee, M.Z. 2011. Shelf life and delivery enhancement of vitamin C using chitosan nanoparticles, Food Chem 126: 935–940.

- Al-Ismael, K.; El-Dijani, L.; Al-Khatib, H.; Saleh, M. 2016. Effect of Microencapsulation of Vitamin C with Gum Arabic, Whey Protein Isolate and some Blends on its Stability. *Journal of Scientific and Industrial Research* 75: 176-180.
- Alvim, I.D.; Stein, M.A.; Koury, I.P.; Dantas, F.B.H.; Cruz, C.L.C.V. 2016. Comparison between the spray drying and spray chilling microparticles contain ascorbic acid in a baked product application. *Food Sci. Technol* 65: 689-694.
- Caruso, F.L.; Ramsdell, D.C. 1995. *Compendium of Blueberry and Cranberry Diseases*. St. Paul, Minnesota (US): APS Press, 1995. 87 pp.
- Chumpitaz, L. 1995. Microencapsulación del aceite esencial de naranja por atomización. Tesis para optar el grado de Magister. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad Estatal de Campinas, Sao Paulo-Brasil.
- Brazelton, C. 2011. *World Blueberry Acreage y Production Report*. U.S. Highbush Blueberry Council. 51 pp.
- Buzeta, A. 1997. Chile: Berries para el año 2000. Departamento Agroindustrial, Fundación Chile. Santiago, Chile. 135 pp.
- De Vos, P.; Faas, M.M.; Spasojevic, M.; Sikkema, J. 2010. Encapsulation for preservation of functionality and targeted delivery of bioactive food components. *International Dairy Journal* 20(4): 292-302.
- Del Rio, D.; Borges, G.; Crozier, A. 2010. Berry flavonoids and phenolics: Bioavailability and evidence of protective effects. *British Journal of Nutrition* 104: S67-S90.
- Dinamarca, P.; Poblete, R.; Sánchez, A. 1986. Aspectos técnico-económicos en la producción de berries. Santiago de Chile, Fundación Chile, Departamento Agroindustrial. Publicación técnica N° 16. 28 pp.
- Drug Information for the Health Care Professional, 1997. USP DI. Printer Rand MacNilly, Massachusetts. 17th Edition. Editorial Greenwood Village, CO: Thomson/MICROMEDEX. EE.UU. 3218 pp.
- Feippe, A.; Ibañez, F.; Calistro, P.; Pereira, C.; Lado, J. 2010. Efecto del estado de madurez a la cosecha sobre la calidad de arándanos de exportación. INIA Las Brujas. 20 pp.
- Feldman, J. 2008. Plan de Internacionalización la factibilidad de internacionalizar el campo argentino. Caso: El Cultivo de Arándano Argentino. *Stanford Journal of Microfinance* 1: 1-20.
- Flores, F.; Singh, R.; Kerr, W.; Pegg, R.; Kong, F. 2014. Total phenolics content and antioxidant capacities of microencapsulated blueberry anthocyanins during in vitro digestion. *Chemistry* 153: 272-278.
- Frontela, C.; Canali, R.; Virgili, F. 2010. Empleo de compuestos fenólicos en la dieta para modular la respuesta inflamatoria intestinal. *Gastroenterología y Hepatología* 33: 307-312.
- Fuchs, M.C. 2006. Encapsulation of oil in powder using spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering* 75(1): 27-35.
- García, A.; López, A. 2012. Bipolímeros utilizados en la encapsulación. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos* 6(1): 84 - 97.
- Gómez, T.C.; González, P.S. 2009. Estudio comparativo de los procesos de liofilización y secado por atomización para cítricos. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química, Santafé de Bogotá, Colombia. 361 pp.
- Gross, K. C.; Wang, C.Y.; Saltveit, M. 2016. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. United States Department of Agriculture. *Agriculture Handbook* No 66.
- Marchema, R.; Rodríguez, G. 2011. Estudio comparativo de la deshidratación del camu camu mediante atomización y liofilización utilizando agentes encapsulantes en la retención de la vitamina C. Universidad Nacional del Santa - Nuevo Chimbote. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial. Universidad Nacional del Santa, Chimbote. Perú.
- Ofeq, I.; Goldhar, J.; Zafriri, D.; Lis, H.; Adar, R.; Sharon, N. 1991. Anti-Escherichia coli adhesin activity of cranberry and blueberry juices. *New England Journal of Medicine* 324(22): 1599.
- Reineccius, G. 1991. Carbohydrates for flavor encapsulation. *Food Technology* 45(3): 144-149.
- Velásquez-Barreto, F.; Riveros, A.; Ruíz, A. 2018. El uso de encapsulantes mejora la retención de ácido ascórbico en zumo de *Physalis peruviana* L. atomizado: Estudio de retención y modelación del comportamiento higroscópico. *Scientia Agropecuaria* 9(4): 535 - 542.
- Wu, X.; Kang, J.; Xie, C.; Burris, R.; Ferguson, M.E.; Badger, T.M.; Nagarajan, S. 2010. Dietary blueberries attenuate atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice by upregulating antioxidant enzyme expression. *J. Nutr* 140: 1628-1632.

