

**PULPA DE FEIJOA EN POLVO A PARTIR DE PULPA DE FEIJOA
CRIOCONCENTRADA**

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención pertenece al campo técnico de la ingeniería de alimentos y provee pulpa de feijoa en polvo obtenida mediante crioconcentración y secado por atomización, que incrementa la vida útil de la pulpa, disminuye su riesgo fitosanitario, y facilita la comercialización de la misma.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En el campo técnico se han desarrollado polvos de frutas y pulpas de frutas deshidratadas que permiten prologar su vida útil y facilitar su transporte.

Por ejemplo, Estrada et al., 2018, enseña polvo de mango y guayaba con alto contenido de fibra obtenido mediante secado por aire caliente, y, Cubillos, 2017, enseña polvo seco de jugo de guayaba obtenido mediante aspersión.

Por otra parte, Dirim et al., 2012, enseña polvo de calabaza, de kiwi y guayaba obtenidos mediante liofilización (freeze drying). Y, Murga et al, 2014, enseña polvo de jugo de guayaba obtenido mediante secado por atomización.

No obstante, aún existe la necesidad de proveer polvo de feijoa que conserve su contenido nutricional y sus propiedades organolépticas a un bajo costo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La feijoa es una planta que pertenece a la familia de las mirtáceas, originaria de Suramérica, específicamente de la zona que se extiende desde el sur de Brasil, hasta el nororiente de Argentina (Fischer, 2003). La primera descripción de la planta la realizó en 1854 el botánico Otto Berg sobre las muestras que Friedrich Sellow recolectó en Brasil en 1819 (Fischer, 2003). La feijoa fue llevada a Francia en 1898 y propagada a otros países europeos y a América del Norte por Eduard André. Debido a la buena adaptabilidad del cultivo, la feijoa se puede encontrar hoy en día en distintos lugares como Nueva Zelanda, Australia, Azerbaiyán, Georgia, Italia y California (Pasquariello et al., 2015).

La feijoa es considerada una fruta exótica muy nutritiva, lo cual la hace apetecida en el mercado internacional (Galvis, 2007), sin embargo, a pesar de sus ventajas nutricionales y potencial económico, la feijoa como fruta fresca no tiene admisibilidad en mercados de exportación, debido a problemas fitosanitarios asociados a plagas y a su corto tiempo de vida útil de aproximadamente 10 días.

En el campo técnico se han descrito polvos de frutas que permiten prologar su vida útil y facilitar su transporte como, por ejemplo, polvo de mango y guayaba con alto contenido de fibra (Estrada et al., 2018), polvo seco de jugo de guayaba (Cubillos, 2017; Murga et al, 2014), polvo de calabaza y de kiwi (Dirim et al., 2012,),

No obstante, preparar el polvo de feijoa constituye un desafío pues la pulpa de feijoa no resiste altas temperaturas para su

secado, ya que su alto contenido de pectina ocasiona gelificación de la pulpa, lo cual impide su manipulación y procesamiento.

Por lo tanto, existe la necesidad de proveer un polvo de feijoa que pueda soportar la transformación tecnológica, prolongar la vida útil de la pulpa y mantener las propiedades organolépticas de la pulpa de feijoa.

Con el fin de resolver esta problemática, los inventores de la presente invención han desarrollado un producto de feijoa en polvo obtenido mediante dos etapas: la crioconcentración -que aumenta la concentración de sólidos solubles de la pulpa sin incrementar su viscosidad por gelificación de pectinas y preserva las bondades nutricionales- y el secado por atomización - que permite obtener el polvo de pulpa de feijoa en un menor tiempo.

De acuerdo a la presente invención se debe entender por "pardeamiento enzimático" la oxidación de compuestos antioxidantes como los polifenoles debido a la acción enzimática principalmente de la polifenoloxidasas. El pardeamiento deteriora la calidad del producto.

El término "actividad de agua" es un factor que define la vida útil de los productos en polvo. Los valores por encima de 0,6 permiten el deterioro microbiano.

El término "higroscopicidad" se define como la habilidad de un material de absorber humedad del ambiente.

El término de "contenido de humedad" se refiere a un parámetro

de calidad esencial cuando se determina la estabilidad de productos en polvo.

El término "pectinas" se refiere a polímeros de carbohidratos de alto peso molecular que están presentes en las plantas y constituyen la estructura celular. Las pectinas varían en composición, peso molecular, configuración y contenido de azúcares.

El término "técnica de crioconcentración de película descendente" consiste en producir una película de hielo sobre una placa fría en la que circula el fluido alimentario que se quiere concentrar. El agua se separa como una placa de hielo.

El término "color" se refiere a un parámetro vital para la aceptación del producto en polvo, pues refleja la calidad sensorial de los jugos. Por lo tanto, el polvo reconstituido debería tener un color similar al de la pulpa. Si el cambio de color supera los 5 puntos, la diferencia del color puede ser determinada a simple vista. El color puede cambiar por procesos de oxidación de los pigmentos, oscurecimiento enzimático y oscurecimiento de azúcares presentes en la fruta.

El término "solubilidad" se refiere a un importante parámetro de calidad de productos en polvo porque define la habilidad de los polvos para formar una solución o suspensión en agua.

El término "grados Brix" se refiere al porcentaje de sólidos solubles.

Con el fin de obtener el polvo de feijoa de acuerdo a la presente invención, se concentró la pulpa de feijoa mediante

la técnica de crioconcentración de película descendente siguiendo el método reportado por Moreno et al. (2014) con modificaciones. El montaje de la crioconcentración consta de una cámara de concentración (1), un sistema aspersor (2), una placa fría (3), hielo (4), pulpa de feijoa (5), una bomba (6) y un sistema de enfriamiento (7).

Gracias a la crioconcentración es posible realizar el secado por atomización de la pulpa de feijoa, evitando la adherencia del producto en las paredes del secador, aumentando el contenido de fruta en el producto final, y reduciendo el contenido de maltodextrina.

Siguiendo estos procesos, los inventores de la presente invención lograron obtener pulpa de feijoa en polvo con una vida útil larga y disminuyendo riesgos fitosanitarios, pues el polvo de pulpa de feijoa posee valores de actividad de agua y humedad bajos, lo que impide el crecimiento de microorganismos alterantes.

EJEMPLO 1. Obtención de la pulpa de feijoa

Las feijoas fueron suministradas por una granja de producción de feijoa en Tibasosa (Boyacá, Colombia). Se recolectaron en el estado de madurez fisiológica y tenían una concentración sólida de 11 to 13°Brix. La cáscara fue removida y la pulpa de la fruta se obtuvo utilizando un exprimidor de fruta. La pulpa se filtró usando un tamiz de malla metálica de 0.2 mm, se mezcló con metabisulfito de sodio al 0.01% (p/p) y se almacenó a 4 °C por un periodo máximo de 3 días.

EJEMPLO 2. Concentración por congelación

1800mL de pulpa de feijoa, obtenida en el ejemplo 1, se concentraron por congelación mediante la técnica de película descendente. La pulpa fluyó a través de una placa de -20°C a una velocidad de 550L/h. Se recolectó y recirculó por una bomba peristáltica VGC-400 durante un periodo de 2h. Se midió el contenido de humedad y color, viscosidad, pH y el total de sólidos solubles.

EJEMPLO 3. Secado por atomización

La pulpa de feijoa concentrada por congelación, del ejemplo 2, se mezcló con maltodextrina en concentraciones específicas y posteriormente se agitó para formar una solución uniforme, seguidamente se secó por atomización utilizando un secador por atomización GEA Niro (Düsseldorf, Alemania).

Después del secado por atomización, los polvos fueron recogidos utilizando el ciclón en un recipiente de acero inoxidable, se transfirieron a bolsas de plástico, y se almacenaron en desecadores a temperatura ambiente.

EJEMPLO 4. Determinación del rendimiento del proceso de secado

El rendimiento del proceso de secado por atomización, descrito en el ejemplo 3, es un índice fundamental que se vio significativamente afectado por la concentración de maltodextrina, el sistema de atomización y la interacción entre la maltodextrina y la temperatura del aire de entrada.

El rendimiento del proceso de secado por atomización (expresado como un porcentaje) se calculó por la relación entre la cantidad de sólidos secos contenidos en el polvo recogido en un colector de acero inoxidable y la cantidad de sólidos totales en la alimentación.

La maltodextrina aumentó el contenido de sólidos y redujo la cantidad de agua a evaporar. En consecuencia, el producto fue menos pegajoso y su acumulación en las paredes del secador disminuyó.

EJEMPLO 5. Determinación del contenido de humedad del polvo de feijoa

El contenido de humedad del polvo, obtenido en el ejemplo 3, se analizó siguiendo el método establecido por el AOAC, 3 g de la muestra se secaron en horno a 105 °C por 4 h utilizando un horno de secado forzado por ventilador. Se registró la diferencia de peso y se determinó tanto la humedad como la cantidad de agua (expresada como un porcentaje) contenida en los polvos recolectados. El contenido de humedad de los polvos varió entre 4.95 y 15.18%.

El contenido de humedad se vio significativamente afectado por la concentración de maltodextrina, el sistema de atomización y la interacción entre la concentración de maltodextrina y la temperatura del aire de entrada; disminuyendo a medida que la concentración de maltodextrina aumentaba y cuando se utilizaba un disco de rotatorio como sistema de atomización.

EJEMPLO 6. Determinación de actividad de agua (a_w) del polvo de feijoa

La actividad de agua del polvo de feijoa se midió utilizando un medidor electrónico de actividad de agua de punto de rocío y osciló entre 0.16 y 0.23. La actividad de agua se vio significativamente afectada por el sistema de atomización y la interacción entre el sistema de atomización y la concentración de maltodextrina.

EJEMPLO 7. Determinación de higroscopicidad del polvo de feijoa

Se dispuso 1g de la muestra del polvo en una placa de Petri, se colocó por separado en tres desecadores que contenían una solución saturada de NaCl (70.0% de humedad) 7 días después las muestras se pesaron.

La higroscopicidad se vio significativamente afectada por la concentración de maltodextrina, disminuyó cuando la concentración de maltodextrina aumentó. El polvo de feijoa mostró valores de higroscopicidad entre 19.8 and 27.2%.

EJEMPLO 8. Determinación de color del polvo de feijoa

Los polvos de feijoa se reconstituyeron añadiendo la cantidad de agua necesaria para obtener el mismo °Brix que la pulpa alimentada al secador. El análisis de color se realizó mediante análisis de imagen utilizando el software ImageJ (Bethesda, USA), utilizando polvo de pulpa reconstituido y pulpa congelada en otro para evaluar solo el efecto de la operación de secado por atomización.

La diferencia de color total (ΔE) se vio significativamente

afectado por la concentración de maltodextrina, el sistema de atomización y la interacción entre la temperatura del aire de entrada y el sistema de atomización y entre el sistema de atomización y la concentración de maltodextrina. ΔE aumentó cuando la concentración de maltodextrina aumentó. La diferencia de color (ΔE) total fue entre 13.56 y 27.09.

Cuando la pulpa tiene una baja concentración de maltodextrina, los procesos oxidativos y de oscurecimiento pueden ocurrir porque la concentración de maltodextrina no es suficiente para proporcionar una protección adecuada contra la temperatura y evitar el oscurecimiento de la fruta. Las altas concentraciones de maltodextrina también influyen en el color del polvo reconstituido porque el color blanco de la maltodextrina aporta luminosidad a la pulpa.

EJEMPLO 9. Determinación de la solubilidad del polvo de feijoa

Se mezcló un total de 1g de muestra del polvo con 100mL de agua destilada en una licuadora (1550 rpm durante 5min). Esta solución fue transferida a tubos de experimentales, se centrifugó a 3000 rpm durante 5min y se dejó sedimentar completamente durante 30 min. Se transfirió una parte alícuota de 25mL del sobrenadante a cajas de Petri previamente pesados e inmediatamente se secó en horno a 105 °C durante 4 h. La solubilidad (%) se calculó como la diferencia de peso.

La solubilidad se vio afectada significativamente por la concentración de maltodextrina, aumentando cuando la concentración de maltodrextrina aumentó. La solubilidad del polvo de feijoa varió entre 86.19 y 93.83%.

EJEMPLO 10. Composición del polvo de feijoa

En una realización de la presente invención, el producto de polvo de feijoa contiene:

pulpa de feijoa, 45%

maltodextrina, 49%

agua, 6%

conservante (ácido ascórbico, cítrico o benzoato de sodio),
0.01%

La cantidad de maltodextrina a agregar varía entre 5% y 25% respecto a la pulpa de fruta. El valor preferente es 22% de maltodextrina respecto a la pulpa inicial., lo cual corresponde a una concentración final de maltodextrina en el producto seco de 49%.

El producto seco contiene una humedad final del 6%, un contenido de sólidos de fruta de 45% y un contenido de maltodextrina de 49%. Para el secado por atomización de la pulpa de feijoa, se recomienda concentración de 22.62% de maltodextrina, temperatura del aire de entrada de 180 °C y el uso de la boquilla como sistema de atomización como condiciones deseables.

La maltodextrina presentó efectos significativos en todas las respuestas: Con el aumento de la concentración de maltodextrina, aumentó el rendimiento del proceso, ΔE y la solubilidad, mientras disminuyó el contenido de humedad, la actividad acuosa y la higroscopicidad, lo cual facilita su preservación.

Aunque en este ejemplo se presentan las proporciones de una

realización de la invención, esto no supone la limitación del alcance de la protección únicamente a dichos valores.

EJEMPLO 11. Características experimentales del polvo de feijoa

A continuación se presentan los valores obtenidos para el polvo de feijoa:

	Valores experimentales
Rendimiento	26.52% ±1.43%
Humedad	6.59% ±0.06%
Aw	0.187 ±0.00
Higroscopicidad	21.01% ±0.27%
ΔE	22.49 ±0.43
Solubilidad	91.76 ±1.02%
Vitamina C (mg ácido ascórbico/ g sólidos secos)	0.43
Polifenoles totales (mg eq. GAE/ g sólidos secos)	3.70

Según los datos presentados, el polvo de feijoa de acuerdo con la presente invención permite conservar el contenido nutricional de la pulpa fresca y sus propiedades organolépticas.

Se destaca que el polvo de pulpa de feijoa es un producto potencial con un alto valor agregado con una vida útil más larga que la pulpa o fruta fresca.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1. Montaje experimental de la crioconcentración. Se observa la recolección y recirculación de pulpa.

Bibliografía

Cubillos A., (2017), *"Modelación del proceso de deshidratación por espray de jugo de guayaba"*, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería. Doctorado en Ingeniería, Bogotá D.C., Colombia, tomado de <http://bdigital.unal.edu.co/62335/1/2231233.2017.pdf>

Dirim N., Çalışkan K., *"Determination of the effect of freeze drying process on the production of pumpkin (Cucurbita moschata) puree powder and the powder properties"*, GIDA / The Journal of FOOD, Vol. 37, p. 1 a 8, 2012.

Estrada H, Restrepo C, Saumett H y Perez L., *"Deshidratación Osmótica y Secado por Aire Caliente en Mango, Guayaba y Limón para la Obtención de Ingredientes Funcionales"*, Información Tecnológica, Vol. 29(3), 197-204 (2018), Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300197>

Galvis J.A., Manejo de la cosecha y poscosecha de la feijoa, in: Fischer G., Lasprilla D.M, Cayón G., Mazorra M. (Eds.), *Cultiv. Poscosecha Y Export. La Feijoa*, Produmedios, Colombia 2003, pp. 111-123.

Moreno F.L., Raventós M., Hernández E., Ruiz Y., *Behaviour of falling-film freeze concentration of coffee extract*, J. Food Eng. 141 (2014) 20-26, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.05.012>.

Murga E. (2014), *"Estudio del secado por aotmiación de la pulpa de guayaba (Psidium guajava L.) del ecotipo rosado"*,

Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Departamento Académico de Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos. Tingo María, Perú. Tomado de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/313>.

Pasquariello M.S., Mastrobuoni F., Di Patre D., Zampella L., Capuano L.R., Scortichini M., Petriccione M., *Agronomic, nutraceutical and molecular variability of feijoa (Acca sellowiana (O. Berg) Burret) germplasm*, Sci. Hortic. (Amsterdam) 191 (2015) 1–9, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.04.036>.

REIVINDICACIONES

1. Polvo de feijoa cuyo contenido de humedad varía entre 4% a 15%
2. El polvo de feijoa de la reivindicación 1 que comprende pulpa de feijoa, maltodextrina, y conservante.
3. El polvo de feijoa de acuerdo a la reivindicación 2 caracterizado por :
 - a. Sólidos de fruta en el rango entre 42% y 74%
 - b. Maltodextrina en el rango entre 20% y 52%
 - c. Conservante en el rango entre 0,005% y 0,01%
4. El polvo de feijoa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en la que el conservante se selecciona de ácido ascórbico, ácido cítrico o benzoato de sodio.
5. El polvo de feijoa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes que es obtenido mediante un proceso que comprende dos etapas:
 - i) crioconcentración y
 - ii) secado por atomización.
6. El polvo de feijoa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, cuya actividad de agua varía entre 0,16 y 0,23.
7. El polvo de feijoa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, cuya higroscopicidad varía entre 19.8 and 27.2%.

8.El polvo de feijoa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, cuya diferencia de color total es de 13,56 a 27,09.

9.El polvo de feijoa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, cuya solubilidad varía entre 86,19 y 93,83%.

RESUMEN DE LA INVENCION

La invención se refiere a polvo de feijoa de fácil reconstitución, con color y sabor similar al de la pulpa fresca, obtenida mediante crioconcentración y secado por atomización, que incrementa la vida útil de la pulpa, disminuye su riesgo fitosanitario, y facilita la comercialización de la misma.

