

Propiedades funcionales de semillas de papaya (*Carica papaya* L.)

NAVARRO-CRUZ, Addí†*, ROJAS-ZENTENO, Eli, LAZCANO-HERNÁNDEZ, Martin y VERA-LÓPEZ, Obdulia

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Recibido Enero 10, 2016; Aceptado Mayo 31, 2016

Resumen

La papaya (*Carica papaya*) es una fruta tropical suculenta consumida ampliamente tanto como fruta fresca como en jugos, lo que genera 12-32% de desperdicio en forma de semilla, y a pesar de que existe un gran número de reportes acerca de sus efectos benéficos sobre la salud, no se cuenta con una caracterización de sus propiedades funcionales necesaria para evaluar su posibilidad de valorización y aprovechamiento en alimentos diversos, por lo que en el presente trabajo se evaluaron las propiedades funcionales de las semillas de papaya (capacidad de formar emulsiones y espumas, así como la estabilidad de éstas, capacidad de hidratación, capacidad de absorción de grasa y agua y evaluación sensorial). Las semillas, una vez recuperadas se lavaron, se secaron y se molieron, y a continuación se desarrollaron los ensayos a pH 5, 7 y 9 y a concentraciones de proteína de 0.5, 1.0 y 2.0% con la harina tal como se obtuvo y con harina desengrasada. La capacidad de emulsificar aceite fue baja, sin embargo si se utiliza a nivel de 2% de proteína la emulsión es muy estable. Las capacidades para formar espuma y de hidratación, así como la absorción de grasa fueron pobres en ambos tipos de harina. Finalmente, la harina de semilla de papaya presentó una gran aceptación sensorial al ser incluida al 5% en un producto de panificación. Se concluye que la harina de semilla de papaya podría mejorar el aspecto sensorial y nutricional en productos tipo fritura (capeados o rebozados) y en productos de panificación que no requieran la formación de espumas.

Propiedades funcionales, Semillas, Papaya

Abstract

Papaya (*Carica papaya*) is a succulent tropical fruit widely consumed as fresh fruit and juices, which generates 12-32% waste in seed form, and although there are a number of reports about its beneficial health effects, do not have a characterization of their functional properties necessary to assess their potential recovery and use in various foods, so in this study functional properties of papaya seeds (ability to form emulsions and foams and their stability, swelling capacity, fat and water absorption and sensory characteristics) were evaluated. Once recovered, seeds were washed, dried and milled, and tests were developed at pH 5, 7 and 9 at protein concentrations of 0.5, 1.0 and 2.0% with flour and defatted flour. The ability to emulsify oil was low, however at 2% protein level, emulsion can be very stable. Foaming and hydration capabilities and ability to absorb fat were poor in both types of flour. Finally, papaya seeds provided a sensory acceptance by being included 5% in a bakery product. It's concluded that papaya seed could improve sensory and nutritional aspect of fried type products (breaded or battered) and baked goods that do not require foaming

Functional properties, Seeds, Papaya

Citación: NAVARRO-CRUZ, Addí, ROJAS-ZENTENO, Eli, LAZCANO-HERNÁNDEZ, Martin y VERA-LÓPEZ, Obdulia. Propiedades funcionales de semillas de papaya (*Carica papaya* L.). Revista de Ciencias de la Salud. 2016. 3-7: 48-57.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: addi.navarro@correo.buap.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El papayo (*Carica papaya*) es un árbol perteneciente a la familia de las caricáceas que fue cultivado por primera vez en México (Everette, 2003), esta planta produce frutos durante todo el año y es ampliamente cultivada en las regiones tropicales del mundo, que incluyen: la India, Bangladesh, Malasia, Australia, Indonesia, Filipinas, Sri Lanka, Sudáfrica, y partes de América tropical (Annegowda y col., 2014).

Las frutas frescas contienen cantidades de compuestos bioactivos y de valor nutracéutico, que hace que brinden beneficios potenciales para la salud (Nwofia, Ojimekwe, y Eji, 2012). Al igual que muchas frutas y verduras, la papaya es una rica fuente de antioxidantes. Los antioxidantes tienen un efecto neutralizante de los radicales libres (Addai y col., 2016; Ashgar y col., 2016).

Esta fruta no es únicamente deliciosa, sino que se conoce que todas las partes de la planta - frutas, raíces, corteza, cáscara, semillas y pulpa-, presentan efectos sobre la salud. Sus múltiples beneficios se deben principalmente a su alto contenido de vitaminas A, B y C, y a las enzimas proteolíticas como la papaína y la quimopapaína que tienen propiedades antivirales, antifúngicas y antibacterianas (Nwofia, Ojimekwe, y Eji, 2012; Elgadir, Salama y Adam, 2014).

La papaya se puede utilizar para el tratamiento de numerosas enfermedades como eczema, tubérculos cutáneos, dispepsia, estreñimiento, amenorrea, prevención de úlceras, cáncer, y en muchas condiciones más, de aquí que la papaya pueda ser considerada como una fruta con propiedades funcionales o nutracéutica (Krishna, Paridhavi y Patel, 2008; Ayoola y Adeyeye, 2010; Aravind y col., 2013).

La industria alimentaria genera grandes volúmenes de residuos sólidos orgánicos, que están infrautilizados o se descartan, y si ellos no son reciclados o procesados apropiadamente, generan diversos problemas ambientales (Barragán, Díaz y Laguna, 2008; Azevedo y Campagnol, 2014; Betine y col., 2016; Campo Vera y col., 2016), por lo que cada vez se hace más imperiosa la necesidad de caracterizar y evaluar la reutilización de estos subproductos o desechos (Gutiérrez y Castrillón, 2007; Milena, Montoya y Orozco, 2008; Matthaus y Özcan, 2012; Serrat-Díaz y col., 2016; Neuza, Da Silva y Aranha, 2016).

Las semillas de la papaya constituyen entre el 12-22% del producto de desecho del fruto (FAO, 1997; Zhou y col., 2011). Las semillas, una vez secas, están rodeadas de una corteza externa y una cubierta espinosa. Contienen una cantidad considerable de vitamina C que aparece en el aceite de la semilla, el cual, cuando se libera al molerlas para convertirlas en polvo, desprende un aroma semejante al de chocolate tostado. La composición aproximada de esta semilla en base seca se caracteriza por un contenido promedio de aceite de 33% y un 29% de proteína (Parni y Verma, 2014). El aceite, que presenta una coloración ligeramente verdosa, se ha obtenido mediante extracción con éter, y posterior caracterización, apreciándose que presenta un índice de yodo de 74.80, lo que indica que es relativamente bajo en ácidos grasos. La composición de los ácidos grasos muestra que los más abundantes son el oleico, palmítico, linoleico y esteárico, mientras que los demás están presentes en cantidades traza (Parni y Verma, 2014). El perfil de los ácidos grasos y el índice de yodo de este aceite son semejantes a los valores reportados para los aceites de olivo, pistache, nuez y almendra (Sancho y col., 2015). Todos ellos presentan también una alta concentración de ácido oleico.

Lo anterior concuerda con la observación de Hilditch y Williams (1966) en el sentido de que los ácidos oleico y palmítico principalmente, tienen la tendencia a estar presentes en plantas de regiones tropicales y subtropicales. Adicionalmente, cuando la harina obtenida de la semilla es desengrasada el contenido de proteína se eleva considerablemente (40%) al igual que el de la fibra cruda (49.9%). Sus principales minerales son Ca, P y Mg (Sancho y col., 2015).

Las semillas se han utilizado en algunas ocasiones como sustituto de la pimienta por su sabor especiado y picante, y desde hace mucho tiempo se han utilizado las semillas como agente ablandador de carnes. Algunos nativos la han utilizado como antihelmíntico, sobre todo para las ascariasis, tanto en humanos como en animales, y se estudia su papel inmunomodulador (Mojica-Hensahw y Francisco, 2003). En la India la han utilizado como anticonceptivo (Pradesh y Pradesh, 2013). El polvo de la semilla se considera emenagogo y carminativo. También es un excelente auxiliar en la digestión. Se ha utilizado además como polvo dental como agente limpiador. También presenta un efecto curativo en lesiones abrasivas (Singh y Ali, 2011; Nayak y col., 2012). Ettlinger y Hodgking (1955) fueron los primeros que atribuyeron el sabor característico de las semillas de papaya a la presencia de bencil isotiocianato, lo que posteriormente fue demostrado por muchos investigadores más (Williams y col., 2013).

A pesar de los múltiples estudios que se han realizado sobre la semilla de papaya, aún resta por analizar sus propiedades funcionales para así designarle un destino más adecuado a la semilla, como sería el caso de su adición en la preparación de algunos alimentos para aumentar su calidad nutritiva y proporcionar características sensoriales que los hagan más apetecibles al consumidor, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar las propiedades funcionales de la semilla de papaya para su mejor aprovechamiento.

Material y métodos

Para la recolección de la semilla se recurrió a los residuos generados en la industria restaurantera. Las semillas fueron conservadas en bolsas de plástico y refrigeradas hasta su preparación, la cual consistió en un lavado bajo chorro de agua para retirar restos de papaya y la cubierta externa. Una vez limpia, la semilla se secó en un secador Excalibur de 5 bandejas (Mod. 3500 BLA) por 15 horas a 60°C, posteriormente se pasó por un molino Willey (General Electric, mod. 5MB 600B-0) con malla 20 para obtener la harina.

Con la finalidad de determinar las propiedades funcionales tanto sobre harina integral como harina desengrasada, la mitad de la harina obtenida fue desengrasada con éter etílico en una relación 1:5 (harina/solvente), ya que de acuerdo con Ashgar y colaboradores (2016), el etanol es el mejor disolvente de elección para extraer productos naturales y obtener los máximos beneficios medicinales. Después de 24 horas se desolventizó a 35°C en una estufa (Riossa modelo MEC) y un posterior aereado a temperatura ambiente.

Con las harinas de semillas de papaya (HSP) así obtenidas se procedió a evaluar las propiedades funcionales: Capacidad de emulsificación (Huffman, Lee y Burns, 1975), capacidad de formación de espuma y estabilidad de la espuma (Mohanty, Mulhivill y Fox, 1988), capacidad de absorción de agua (Lorient, 1979), capacidad de absorción de grasa (Sosulky y col., 1976), solubilidad de las proteínas (cuantificandolas por el método de Lowry) y evaluación sensorial por escala hedónica).

Capacidad emulsificante: Se prepararon soluciones acuosas de proteína a concentraciones que variaban se 0.5. 1.0 y 2.0% (p/v), se ajustaron a valores de 5. 7 y 9 de pH a temperatura ambiente.

Las suspensiones fueron mezcladas en una licuadora (Man mod. 160); añadiendo lentamente aceite de maíz (coloreado con Sudan III a una concentración de 40 mg/litro), el punto final se evidenciaba en la apariencia visual de la emulsión y un cambio en el sonido típico de la licuadora. La capacidad emulsificante de las muestras individuales se expresó como: ml de aceite emulsificado/g de proteína.

Capacidad de formación de espuma y estabilidad de la espuma: Se prepararon soluciones acuosas de proteínas al 2% y se ajustaron a valores de 5, 7 y 9 de pH. Las propiedades espumantes se determinaron batiendo las muestras en una licuadora (Man, mod, 160) por cinco minutos a máxima velocidad. Se transfirieron inmediatamente a una probeta graduada anotando los volúmenes iniciales de espuma y líquido. El porcentaje de espumación se calculó como:

$$\% \text{ de espuma} = \frac{\text{Vol. de espuma (ml)} \times 100}{\text{Vol. solución proteica original}} \quad (1)$$

La estabilidad de la espuma se determinó midiendo el volumen del líquido liberado a intervalos de 4 minutos.

Capacidad de absorción de agua: se determinó midiendo el tiempo necesario para que un gramo de muestra seca, cayendo de una altura de 10 centímetros en la superficie de una solución amortiguadora de fosfatos a un pH 7 se sumergiera completamente. Se comparó con harina de trigo, arroz y maíz.

Capacidad de absorción de grasa: En un tubo de centrifuga de 50 ml, de colocaron 4 g de harina y 24 ml de aceite de maíz; el contenido se agitó durante 30 segundos cada 5 minutos durante media hora; luego se centrifugaron los tubos a 1,600 rpm por 25 minutos (centrífuga IEC, mod. K).

Por último, se decantó el aceite libre y se determinó el % de aceite absorbido por diferencia de peso:

$$\% \text{ de grasa absorbida} = \frac{\text{Aceite inicial (g)} - \text{Aceite final (g)} \times 100}{4 \text{ (aceite inicial en g)}} \quad (2)$$

Solubilidad de las proteínas: Se prepararon soluciones de proteína al 1% y a valores de 4, 7 Y 9 de pH. Se agitaron enérgicamente por 5 minutos y se centrifugaron a 3,000 rpm durante 10 minutos, posteriormente se separó el sobrenadante para realizar en él la determinación mediante el método de Lowry. Evaluación sensorial: Se realizó una evaluación por escala hedónica de 5 puntos con 20 panelistas no entrenados, a los que se dio a probar un producto elaborado con harina de semilla de papaya y otro con harina de trigo para probar su aceptabilidad.

Resultados y discusión

Capacidad emulsificante En los gráficos 1 y 2, puede apreciarse que los factores que afectan a esta propiedad son: concentración de la proteína, pH y presencia o ausencia de grasa. En cuanto a la concentración, a medida que se incrementa el porcentaje de proteína, disminuye la capacidad emulsificante, siendo mejor a 0.5% que a 2.0% para todos los casos.

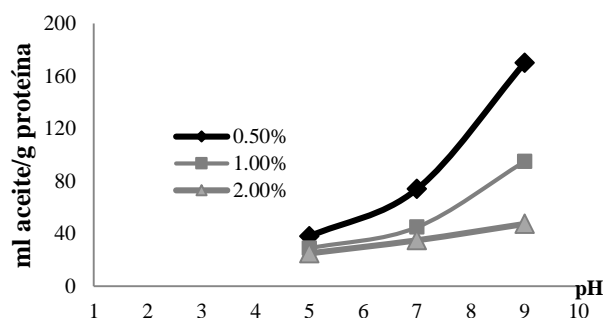


Gráfico 1 Capacidad emulsificante de la HSP en función del pH, a diferentes concentraciones de proteína

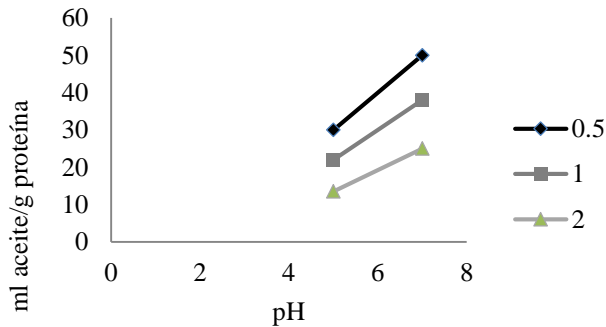


Gráfico 2 Capacidad emulsificante de HSP desengrasada en función del pH a diferentes concentraciones de proteína

Sin embargo, en cuanto a la estabilidad se refiere, el caso se invierte, ya que las emulsiones obtenidas con el 0.5% fueron muy inestables, y en cuestión de minutos se presentó una separación casi completa de las fases acuosa y cremosa, mientras que las emulsiones obtenidas con el 2.0% de proteína permanecieron estables incluso durante varios días. La estabilidad de las emulsiones obtenidas con 0.1% de proteína, fue intermedia con respecto a los otros dos valores de concentración.

En cuanto al pH, el desarrollo máximo de capacidad y estabilidad emulsificante se presentó a pH 9, sin embargo, este valor no es de importancia práctica debido a que no se encuentran alimentos con este valor de pH. Por otro lado, también se encuentra que la harina con grasa presenta mayor capacidad de emulsificación, y de esto se puede pensar, que la grasa de la semilla de papaya puede presentar una buena actividad emulsificante.

Capacidad de espumación Mediante un batido enérgico, se determinó la capacidad de espumación (expansión), y la estabilidad de la espuma con respecto al tiempo. Puede notarse que la propiedad de espumación está afectada por el pH y la presencia o ausencia de grasa en la harina (gráficos 3 y 4).

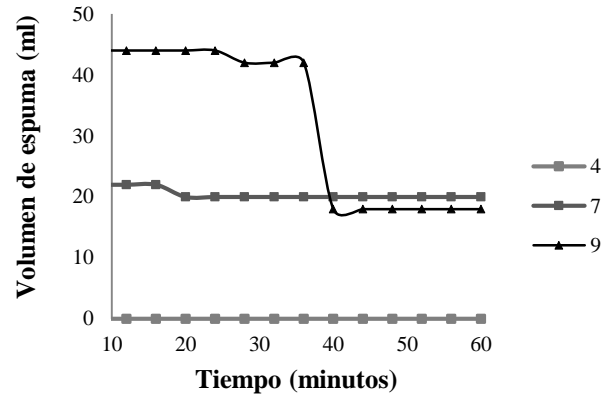


Gráfico 3 Estabilidad de la espuma formada con respecto al tiempo en función del pH

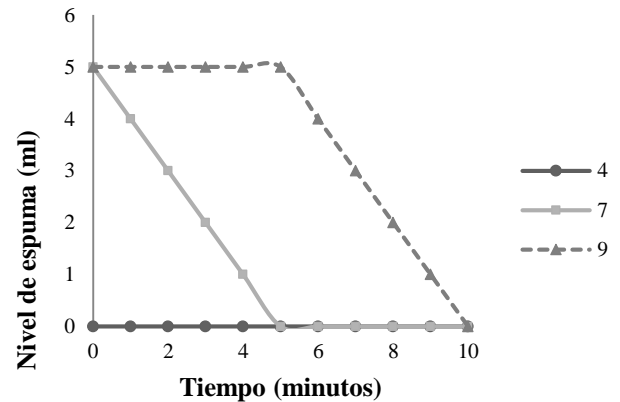


Gráfico 4 Capacidad de formación de espuma de una solución al 2% de HSP desengrasada en función del pH

Se aprecia asimismo, que la capacidad de formación de espuma, aunque muy relativa, aumenta con el pH en todos los casos. En cuanto al contenido de grasa, se observa que la harina desengrasada no es capaz de formar espumas a pH 4 y que su capacidad es mínima (5 ml) a pH 7 y 9, y aún este volumen fue muy inestable. Para el caso de la harina con grasa tampoco se obtuvo una espuma muy adecuada a pH 4 y 7, y solo se obtiene una espuma regular a pH 9, cuya estabilidad también fue relativa, de donde se concluye que la harina de semilla de papaya no reportaría utilidad y hasta podría resultar contraproducente en productos en los cuales se precise de formar espumas.

Solubilidad. Se determinó en el sobrenadante de centrifugación de una solución de harina y agua destilada. Esta propiedad se vio afectada principalmente por el pH y la presencia o no de grasa en la harina (gráfico 5). En realidad, para ambos tipos de harina, esta propiedad resulta muy deficiente, ya que no se obtuvo ni siquiera un 5% de proteína soluble en ambos casos. A pH 7 se obtiene un máximo de solubilidad para la harina sin grasa, mientras que para la harina con grasa es nula. Por otro lado, a pH 5 y 9, disminuye esta propiedad en la harina sin grasa, en tanto que con grasa aumenta marcadamente a pH 9, y muy ligeramente a pH 5. Es probable que esta propiedad pueda incrementarse aplicando algún tratamiento que modifique a la estructura proteica, y adicionalmente, que al aumentar la solubilidad, también se incrementaría la capacidad espumante, ya que esta propiedad está directamente relacionada con la solubilidad.

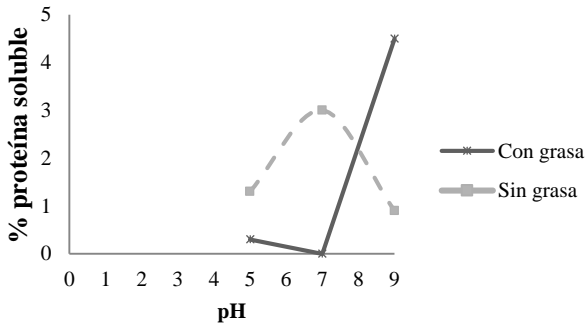


Gráfico 5 Solubilidad de la proteína de la HSP (mg%), en función del pH

Absorción de agua.

La tabla 1 muestra que es muy baja, sobre todo si se compara con la absorción que muestran las harinas de trigo, maíz y arroz. Este resultado es compatible con la baja solubilidad y la pobre formación de espuma que se obtuvieron en las pruebas anteriores.

Probablemente esto se deba a que la proteína presente un mayor número de grupos hidrófilos en su estructura interna, impidiendo así que el agua sea fijada por solvatación, traduciéndose esto como una mínima afinidad por el agua y al gran contenido de fibra bruta de la semilla que ya se sabe es insoluble.

	Tiempo para humectación total (horas)
Harina de trigo	0.250
Harina de arroz	0.070
Harina de maíz	0.001
Harina de semilla de papaya	7.000
Harina de semilla de papaya desengrasada	>24

Tabla 1 Capacidad de absorción de agua de la harina de semilla de papaya en comparación con otras harinas

Absorción de grasa La tabla 2 muestra que los dos tipos de harina pueden absorber aceite aunque a diferentes porcentajes, esto es, que la harina con grasa sólo absorbió un 36%, en tanto que la otra absorbió un 78%.

	% Absorción de grasa
Harina de semilla de jitomate	138
Harina de soya desengrasada	130
Harina de semilla de papaya	36
Harina de semilla de papaya desengrasada	78

Tabla 2 Capacidad de absorción de grasa de harina de semilla de papaya comparada con otras harinas

Además del posible efecto de saturación de grasa en la muestra, es probable que esto se deba a que el elevado número de grupos hidrófobos localizados en la molécula de proteína se vean libres en la harina desengrasada y esto facilite sus interacciones con sustancias poco polares o no polares como es el caso del aceite en esta prueba.

Sin embargo, al compararla con las semillas de jitomate y soya, su porcentaje de absorción es mucho menor, lo que haría de esta harina un suplemento ideal en productos que deban ser sometidos a fritura, ya que se absorbería mucho menos el aceite.

Evaluación sensorial.

Con base en los resultados obtenidos, se decidió que el producto en el cual se podría integrar la harina de semilla de papaya podrían ser unas galletas, por lo que se elaboraron galletas suplementadas con 5% de harina de semilla de papaya, obteniéndose que las mismas galletas sin suplementación alcanzaron calificaciones correspondientes a 3.6 (me gustan), mientras que las galletas suplementadas tuvieron calificaciones de 4.8 (me gustan mucho), observándose también que la suplementación con la harina de semilla de jitomate elevó el contenido de proteína en la galleta 2% en comparación con la galleta sin adición de esta harina.

Conclusiones

La capacidad emulsificante es mayor en la harina con grasa que sin ella, lo cual representa una ventaja, ya que puede utilizarse directamente después de la molienda, ahorrando el tiempo que implica su desengrasado, además resulta más económico al no utilizarse el solvente, y podría utilizarse como aditivo en la preparación de mayonesas, como espesante en la elaboración de moles y pipianes.

La concentración más recomendable sería de 1 a 2% para obtener una estabilidad adecuada.

En cuanto a su capacidad de espumación no se considera adecuada, y también la capacidad de solubilizarse resultó deficiente.

Con respecto a la absorción de agua, sus bajos valores, lejos de ser un inconveniente resultan muy favorables si se piensa en el diseño de alimentos en polvo, como sería el caso de harina de frijol, harinas para pastel, o harinas a base de maíz para la elaboración de pinole o atoles, etc., en los cuales un factor indeseable es justamente la absorción de agua, ya que esto implica la aglomeración de estos polvos durante el almacenamiento, el aumento de la actividad de agua y por lo tanto un aumento en el desarrollo de microorganismos. Es por esto que probablemente la adición de esta harina, además de enriquecer, ayudaría a prolongar la vida en anaquel de estos productos.

Con respecto a la propiedad de absorción de grasa, si se considera adecuada. Esto resulta conveniente en el diseño de alimentos de tipo embutidos, mayonesas, etc., para este caso si se recomienda desengrasar la harina, pues así presenta su mayor capacidad.

La integración de la harina de semilla de papaya a productos alimenticios adecuados a las propiedades funcionales obtenidas fue aceptable en cuanto a sus características sensoriales.

Referencias

- Addai, Z. R., Abdullah, A., Mutalib, S. A., & Musa, K. H. (2016). Evaluation of fruit leather made from two cultivars of papaya. *Ital. J. Food Sci* , 28:73–83.
- Annegowda, H. V, Bhat, R., Yeong, K. J., Liong, M. T., Karim, A. A., & Mansor, S. M. (2014). Influence of Drying Treatments on Polyphenolic Contents and Antioxidant Properties of Raw and Ripe Papaya (*Carica Papaya L.*). *International Journal of Food Properties*, 17(2): 283–292.

- Aravind, G., Bhowmik, D., Duraivel, S., & Harish, G. (2013). Traditional and Medicinal Uses of *Carica papaya*. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 1(1): 7–15.
- Asghar, N., Ali, S., Naqvi, R., Hussain, Z., Rasool, N., Khan, Z. A., ... Haq, U. (2016). Compositional difference in antioxidant and antibacterial activity of all parts of the *Carica papaya* using different solvents, *Chemistry Central Journal* 10:5-15.
- Ayoola, P. B., & Adeyeye, A. (2010). Phytochemical and Nutrient Evaluation of *Carica Papaya* (Pawpaw) Leaves. *Ijrras*, 5(3): 325–328.
- Azevedo, L. A. & Campagnol, P. C. B. (2014). Papaya seed flour (*Carica papaya*) affects the technological and sensory quality of hamburgers. *International Food Research*, 21(6):2141–2145.
- Barragán, H. B., Díaz, T. A. Y., & Laguna, T. A. (2008). Utilización de residuos agroindustriales. *Revista Sistemas Ambientales*, 2(1): 44–50.
- Betine, A., Bender, B., Luvielmo, M. D. M., Loureiro, B. B., Speroni, C. S., Boligon, A. A., ... Penna, N. G. (2016). Obtenção e caracterização de farinha de casca de uva e sua utilização em snack extrusado. *Brazilian Journal of Food Technology*, 1–9.
- Campo Vera, Y., Villada Castillo, D. C., & Meneses Ortega, J. D. (2016). Efecto del pre-tratamiento con ultrasonido en la extracción de pectina contenida en el albedo del maracuyá (*Passiflora edulis*). *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(1): 103-109.
- Elgadir, M. A. B. D., Salama, M., & Adam, A. (2014). *Carica papaya* as a source of natural medicine and its utilization in selected pharmaceutical applications. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 6(1): 19–22.
- Ettlinger, M.G. & Hodgkins J. E. (1956) The Mustard Oil of Papaya Seed. *J. Org. Chem.*, 21(2):204–205.
- Everette, B. M. (2003). Carpaine on Alkaloid of *carica papaya*. *Journal of Chemistry and Pharmacology*, 22(5): 281-298.
- FAO. 1997. Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas. Manual técnico. Gaetano Paltrinieri. Gutiérrez, J. E. B., & Castrillón, C. E. (2007). Aprovechamiento del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L.) en la obtención de azúcares fermentables. *Ingeniería y Ciencia*, 3(6): 41-62.
- Hilditch, T. P. & Williams, P. N. (1966). The Chemical Constitution of Natural Fats. *Fette, Seifen, Anstrichm.*, 68(12):999-1046.
- Huffman, V.L.; Lee, C.K.; Burns, E.E. (1975). Selected functional properties of sunflower meal (*Helianthus annuus*). *J. Food Sci.* 40:70.
- Krishna, K. L., Paridhavi, M., & Patel, J. A. (2008). Review on nutritional, medicinal and pharmacological properties of papaya (*Carica papaya* linn.). *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 7(4): 364–373.
- Lorient, D. (1979). Covalent bonds formed in proteins during milk sterilization: studies on caseins and casein peptides. *J. Dairy Res.* 46(2):393-396.
- Matthaus, B. & Özcan, M. M. (2012). Chemical evaluation of citrus seeds, an agro-industrial waste, as a new potential source of vegetable oils. *Grasas y aceites*, 63(3): 313–320.
- Milena, S., Montoya, L. J., & Orozco, F. (2008). Valorización de Residuos Agroindustriales – Frutas – en Medellín y el sur del valle del Aburrá, Colombia. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellin*, 61(1): 4422–4431.

Mohanty, B., Mulvihill, D.M., Fox, P.F. (1988). Emulsifying and foaming properties of caseins and sodium caseinate. *Food Chem.*, 28:17

Mojica-Henshaw, M. P., & Francisco, A. D. (2003). Possible immunomodulatory actions of *Carica papaya* seed extract. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 29: 219–229.

Nayak, B. S., Ramdeen, R., Adogwa, A., Ramsuhag, A., & Marshall, J. R. (2012). Wound-healing potential of an ethanol extract of *Carica papaya* (Caricaceae) seeds. *International Wound Journal*, 9(6): 650–655.

Neuza, J., Da Silva, A. C., & Aranha, C. P. M. (2016). Antioxidant activity of oils extracted from orange (*Citrus sinensis*) seeds. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 88(2): 951–958.

Nwofia, G. E., Ojimekwe, P., & Eji, C. (2012). Chemical composition of leaves, fruit pulp and seeds in some *Carica papaya* (L) morphotypes. *Int. J. Med. Arom. Plants*, 2(1): 200–206.

Parni, B., & Verma, Y. (2014). Biochemical properties in peel, pulp and seeds of *carica papaya*. *Plant Archives*, 14(1): 565–568.

Pradesh, A., & Pradesh, A. (2013). Evaluation of anti diabetic activity of *Carica papaya* seeds. *Journal of Advanced Scientific Research*, 4(2): 38–41.

Sancho, S. D. O., Da Silva, A. R. A., Dantas, A. N. D. S., Magalhaes, T. A., Lopes, G. S., Rodrigues, S., ... Silva, M. G. D. V. (2015). Characterization of the industrial residues of seven fruits and prospection of their potential application as food supplements. *Journal of Chemistry*, 2015:1-8.

Serrat-Díaz, M., Ussemame-Mussagy, C., Camacho-Pozo, I. M., Méndez-Hernández, A. A., Bermúdez-Savón, R. C. (2016). Valorización de residuos agroindustriales ricos en pectinas por fermentación. *Tecnología Química*, 36(1): 5–20.

Singh, O., & Ali, M. (2011). Phytochemical and Antifungal Profiles of the Seeds of *Carica papaya*. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 447–452.

Sosulky, F., Humbert, E. S., -Bui, K., Jones, J.D. (1976). Functional properties of rapeseed flours, concentrates and isolates. *J. Food Sci.*, 41:1349.

Williams DJ, Pun S, Chaliha M, Scheelings P, O'Hare T. (2013). An unusual combination in papaya (*Carica papaya*): The good (glucosinolates) and the bad (cyanogenic glycosides). *J Food Compos Anal*, 2013; 29(1): 82-86.

Zhou, K., Wang, H., Mei, W., Li, X., Luo, Y., & Dai, H. (2011). Antioxidant activity of papaya seed extracts. *Molecules*, 16(8): 6179–6192.

Venkatesan, J., Kim, SK. (2010). Chitosan Composites for Bone Tissue Engineering—An Overview. *Mar Drugs* 8(8): 2252–2266.