

RED DE VALOR DEL MANGO Y SUS DESECHOS CON BASE EN LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES

Ma. Teresa Sumaya-Martínez¹, Leticia Mónica Sánchez Herrera²,
Gerardo Torres García³, Diego García Paredes⁴

Value chain of mango and its byproducts based in the nutritional and functional properties

ABSTRACT

The value chain is a new concept inside the agricultural development in Mexico that involves having in mind the demands of the consumers for the development of commercialization strategies for fruits. The nutritional and functional properties can add value to food. The mango and byproducts generated during its processing or marketing are a very important source of bioactive compounds with high added value, mostly dietary fiber, micronutrients, polyphenols, carotenoids, among many others. These can be valorised through multidisciplinary research, innovation, technology transfer, development of market studies and business plans, as well as the accompaniment during the management and implementation of functional foods in agro-business.

Keywords: Mango, value chain, functional food.

RESUMEN

La red de valor es un nuevo concepto dentro del desarrollo agropecuario en México que implica tener presente las demandas del consumidor para el desarrollo de estrategias de comercialización de frutas. Las propiedades nutricionales y funcionales de un alimento pueden darle valor agregado. El mango y los desechos generados durante su comercialización o su procesamiento son una fuente muy importante de compuestos bioactivos de alto valor agregado, en particular fibra dietaria, micronutrientes, polifenoles, carotenoides, entre muchos otros. Los cuales pueden valorizarse a través del trabajo multidisciplinario de investigación, innovación, transferencia de tecnología, desarrollo de estudios de mercado y planes de negocio, así como con el acompañamiento durante la gestión e implementación de agronegocios de alimentos funcionales.

Palabras clave: Mango, red de valor, alimentos funcionales.

NECESIDAD DE UNA RED DE VALOR EN EL SISTEMA PRODUCTO MANGO

La cadena agroindustrial del mango en nuestro país esta dirigida en dos terceras partes al sector primario o venta en fresco y una tercera parte al sector secundario o preparación y envasado de frutas, del cual el 80% se dirige a la producción de pulpas, jugos y néctares (INEGI, 2007).

¹Unidad de Tecnología en Alimentos – UAN; teresumaya@hotmail.com

²Unidad de Tecnología en Alimentos - UAN, lsanche@nayar.uan.mx

³Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de MexiFrutas SA de CV: gtorres@hotmail.com

⁴Secretaría de Investigación y Posgrado, digapa1@hotmail.com

De acuerdo al estudio de la Cadena Agroalimentaria del Mango (2003) uno de los mas importantes problemas de la transformación del mango es el mínimo desarrollo tecnológico para su industrialización, por lo que se privilegia su venta en fresco lo que implica que los productos finales tengan un bajo valor agregado en el mercado y existe un alto desperdicio de materia prima (aproximadamente 40%). Una manera de responder a esta situación es la formación de una red de valor, en la cual es indispensable conocer las necesidades del consumidor para el desarrollo de nuevas estrategias de comercialización del mango, todo esto con la finalidad de aumentar la competitividad del sistema producto.

Las redes de valor son un nuevo concepto en los agronegocios, donde la economía esta dirigida por las necesidades del consumidor de productos diferenciados. Algunas de las principales propiedades que pueden agregar valor a un producto son las nutricionales y funcionales. La agroindustria es el pivote que permite que funcione la red de valor, ya que es el eslabón que enlaza a las necesidades del consumidor con los productores, proveedores de insumos e investigadores, a través de la transferencia del conocimiento y el procesamiento de productos de alto valor agregado hasta la venta final al consumidor. Así mismo, se retroalimenta con el análisis de mercados y de las nuevas necesidades del consumidor (FIRA, 2004).

Propiedades Nutricionales y Funcionales del mango

Desde el punto de vista del valor nutritivo, el mango es una fuente importante de fibra y vitaminas (Tabla 1). La pulpa del mango presenta una concentración significativa de compuestos bioactivos tales vitamina A (esencial para el mantenimiento de los tejidos epiteliales piel y mucosas), así como de compuestos con una gran actividad antioxidante entre ellos la vitamina C, vitamina E, polifenoles, carotenos, entre otros, además de presentar una importante concentración de minerales como potasio y magnesio, los cuales intervienen en la transmisión nerviosa y muscular, también aporta pequeñas cantidades de hierro, fósforo y calcio. Así mismo, la pulpa del mango contiene fibra soluble (pectinas), ácidos orgánicos (cítrico y málico) y taninos. En su composición destaca igualmente la presencia de una sustancia denominada manguiferina, que en animales de experimentación parece ejercer una acción antioxidante, inmunomoduladora, antiviral y antitumoral (Guha *et al*, 1996; Sánchez *et al.*, 2000).

<i>Contenido por 100 grs de mango</i>	
Agua	83 g
Proteínas	0.5 g
Grasas	0
Carbohidratos	15 g
Fibra	0.8 g
Calcio	10 mg
Hierro	0.5 mg
Vitamina "A"	600 i.u.
Tiamina	0.03 mg
Riboflavina	0.04 mg
Vitamina C	3 mg
Desechos (cáscara y hueso)	28-38 %

Tabla 1. Contenido nutricional de la fruta del mango. (Cadena Agroalimentaria del Mango, 2003; Bangerth y Carle, 2002).

De acuerdo a un estudio de Kuskoski *et al.* (2005) la pulpa de mango presento una mayor actividad antioxidante y una mayor concentración de compuestos fenólicos totales comparada con la pulpa de uva, guayaba y piña. Por su parte Robles-Sánchez *et al* (2009) reportaron que el consumo de mango en personas redujo el estrés oxidativo y los niveles de triglicéridos en plasma.

Por otra parte, las cáscaras y el hueso del mango que pueden considerarse desechos pueden ser una fuente importante de compuestos bioactivos, tales como la pectina, polifenoles y manguiferina en las cáscaras, ácidos grasos poliinsaturados en el hueso y compuestos de naturaleza fenólica con actividad antioxidante y antiinflamatoria. Además se ha reportado una importante actividad antimicrobiana en extractos de huesos de mango, debido a la naturaleza de los compuestos polifenólicos que contienen (Engels *et al*, 2009).

Se ha señalado que las cáscaras de diferentes variedades de mango contienen pectina de alta calidad, por su importante concentración en ácido galacturónico y su grado de esterificación (Sudhakar y Maini, 2000; Schieber *et al.*, 2004) así como fibra dietaria con un excelente equilibrio entre fibra soluble e insoluble (Larrauri *et al.*, 1996), por lo que puede ser un ingrediente en alimentos funcionales con actividad hipoglucemiante, hipocolesterolemica e hipotrigliceridémica.

García I. (2003) reporto que las cáscaras de mango criollo presentan en promedio 4.8% de proteína cruda, 29% de fibra dietética soluble y 27% de fibra dietética insoluble, dicho balance entre los dos tipos de fibra son similar al de la avena; por lo que con su ingesta se podría lograr una funcionalidad similar a la reportada para la avena, tal como: una disminución en la concentración de colesterol y glucosa en la sangre, un incremento en la eliminación de ácidos biliares, así como el crecimiento y proliferación de la flora bacteriana. De igual manera, se ha reportado una importante concentración de polifenoles y compuestos antioxidantes en la cáscara de mango (Schieber *et al.*, 2003; Ajila *et al.*, 2007; Ajila *et al.*, 2008).

Así mismo, en la semilla o hueso del mango se ha encontrado una importante actividad antioxidante, inclusive más alta que en la pulpa misma (Ribeiroa *et al.*, 2008; Soong y Barlow, 2004; Maisuthisakula y Gordon, 2009). Además, por su perfil de lípidos el aceite de la semilla del mango puede ser empleado en confitería y en la elaboración de cosméticos (Álvarez, 2004). Es así como la fibra de la cáscara o pulpa de mango, los extractos antioxidantes de la cáscara o hueso del mango podrían ser un ingrediente de alto valor agregado para la industria alimentaria, cosmética o farmacéutica.

Desechos del procesamiento del mango

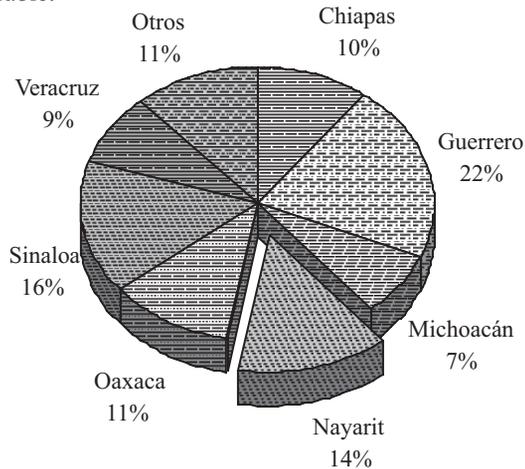
En nuestro país los desechos o subproductos agrícolas (cáscaras, huesos, bagazo, frutas y vegetales dañados o con problemas de madurez y calidad) representan un problema ambiental ya que no se cuenta con políticas adecuadas para su manejo y la mayoría de las veces son arrojados a los basureros. Dichos subproductos son generados en grandes volúmenes y sólo una mínima parte es reutilizada en la producción de alimento animal de bajo valor agregado.

En cada una de las etapas de la cadena productiva (producción, manejo y comercialización) del mango se pueden generar mermas de esta fruta que se convertirán en desechos, debido a diversas problemáticas tales como:

- Durante la producción se puede presentar una saturación del mercado por una sobreproducción de mango, unidades de producción pequeñas y dispersas, problemas fitosanitarios y problemas de calidad (tamaño y madurez).
- Durante el manejo del mango, se ha detectado limitaciones en la infraestructura post-cosecha existente, calidad deficiente de empaques, falta de instalaciones para almacenamiento en frío, sólo la producción para exportación recibe tratamiento post-cosecha, falta de normas de calidad y su adecuada aplicación.

- Durante la comercialización una de la problemática más importante es la salida tardía del mango al mercado. Por ejemplo, en el Estado de Nayarit debido a la estacionalidad del mango éste sale al mercado en época de mayor oferta (mes de mayo) lo que implica que su precio en el mercado sea menor. Por otra parte, la mayor parte del mango se comercializa en fresco sin procesamiento industrial y la falta de promoción en los mercados internacionales (solo 22% de la producción se exporta) (Estudio de agrupamientos empresariales, 2010).

Dependiendo de la variedad de mango, la cáscara puede constituir 15 a 18% del peso total del fruto y el hueso 13 a 29%, por lo que junto con la pulpa que queda adherida a estos, un importante volumen de desechos se generan en las plantas procesadoras (deshidratadoras y despulpadoras) de mango (Bangerth y Carle, 2002). Por ejemplo, en Tepic, Nayarit, se encuentra ubicada la empresa MexiFrutas S. A. de C. V. donde se procesan alrededor de 30,000 toneladas de mango en un periodo de 4 meses durante el año, lo cual la hace la empresa despulpadora de mango más grande del Estado. El procesamiento del mango en esta empresa deja aproximadamente 60% de éste en forma de desecho (huesos, cáscaras y pulpa adherida a éstos) el cual es subutilizado. Cabe mencionar que Nayarit se sitúa como uno de los cuatro principales productores de mango (Gráfica 1), por lo cual el volumen de desechos generados anualmente es considerable.



Gráfica 1. Participación porcentual de la producción de mango en México (SAGARPA, 2008).

Potencial de valorización de los desechos del mango

La valorización de los desechos provenientes tanto del procesamiento como de la cadena productiva del mango puede presentar diversas limitantes. Una de las importantes es su posible contaminación microbiana, ya que una vez iniciado un proceso de descomposición su transformación a un producto de mayor valor agregado será difícil. Así mismo, es indispensable que la cáscara de mango no presente rastros de fertilizantes o recubrimientos tóxicos, lo que implica prácticas agrícolas sustentables y sostenibles. Por lo cual, desde el punto de vista económico la mayor limitante para la explotación de estos desechos son los costos de manejo, estabilización, transporte y almacenamiento (Schieber *et al.*, 2004).

Sin embargo, como se describió anteriormente estos desechos son una fuente muy importante de compuestos bioactivos de alto agregado, en particular fibra dietaria, micronutrientes, polifenoles, carotenoides, antioxidante, entre muchos otros (Larrauri *et al.* 1996; Larrauri, 1999; Moure *et al.*, 2001; Schieber *et al.*, 2001; Schieber *et al.*, 2003).

Es importante resaltar que la cantidad de estos nutrimentos y compuesto que le dan funcionalidad a los desechos o subproductos del mango (cáscara, pulpa, hueso) estará influenciado por diversos factores físicos, químicos y biológicos, tales como la variedad, especie, estado de madurez, factores pre cosecha y poscosecha (Mercadante y Rodríguez-Amaya., 1998; Mahattanatawee *et al.*, 2006; Sirisakulwat *et al.*, 2008). Por lo anterior es indispensable la caracterización de los desechos de mango de las diferentes etapas de la cadena productiva, para así proponer el proceso de valorización que se les aplicara.

Por lo tanto, realizando prácticas agrícolas sustentables, así como una adecuada selección y manejo de la materia prima los desechos de mango pueden procesarse para el desarrollo de nuevos productos o extracción de moléculas de alto valor agregado; lo cual representa nuevas oportunidades de negocio.

Innovación de productos de alto valor agregado y agronegocios

Uno de los principales factores que no permiten que aumente la competitividad de los sectores económicos que integran el sistema producto mango es la falta de Innovación de productos con alto valor agregado, tanto para diversificar el mercado del mango industrializado como para valorizar los desechos generados en cada una de las etapas de la cadena productiva del mango.

Una alternativa de solución a lo anterior consiste en la identificación de oportunidades de negocio y la apertura de nuevos nichos de mercados en función de las propiedades funcionales del mango y sus desechos. Lo cual implica identificar las ventajas competitivas que pueden tener los alimentos funcionales a partir del mango y las tendencias del público consumidor. Esta forma de dar valor agregado requiere del trabajo colaborativo de los diversos eslabones de la cadena productiva del mango para formar una red de valor, incluyendo a grupos de investigación, innovación y desarrollo de productos funcionales. En este proceso es indispensable un adecuado y eficiente mecanismo de transferencia de la tecnología al usuario final (integradoras, procesadoras y empresarios), lo cual facilitara la formación de nuevos agronegocios y la comercialización de alimentos funcionales o nutracéuticos a partir del mango.

Para diseñar un alimento funcional se requieren diversos estudios analíticos, químicos y fisicoquímicos, además de análisis *in vitro*, *in vivo*, microbiológicos, toxicológicos, reológicos, sensoriales, entre otros. Sin embargo, para poder pensar en su comercialización es necesario producirse primero en plantas piloto y posteriormente escalar los procesos de producción a nivel industrial. Así mismo, es necesario realizar estudios de mercado y de aceptabilidad por parte del consumidor. Por último, si se han pasado exitosamente las etapas anteriores se requiere elaborar un plan de negocios para poder buscar financiamiento que se concrete en la puesta en marcha de los proyectos ejecutivos de las plantas procesadoras de productos de alto valor agregado. Todo este proceso requiere de un grupo de trabajo multidisciplinario de especialistas.

Es por lo cual surge la necesidad de promover el trabajo multidisciplinario de investigación, innovación y escalamiento de productos funcionales de alto valor agregado a partir del mango. Cuya finalidad sea la transferencia de tecnología a través de proyectos ejecutivos de desarrollo, estudios de mercado y planes de negocio de productos funcionales de alto valor agregado: de igual manera, dar capacitación y el asesoramiento necesario durante la puesta en marcha y ejecución de los proyectos ejecutivos de las plantas procesamiento de los productos de alto valor agregado desarrollados.

CONCLUSIONES

Con una adecuada estrategia para el manejo y estabilización de los desechos de mango provenientes tanto de su industrialización como de la cadena productiva, se pueden promover nuevos procesos de valorización en forma de desarrollo de nuevos productos y extracción de moléculas de alto valor agregado; lo cual puede traducirse en oportunidades de negocio.

Esta estrategia de valorización implica profundizar en el mejoramiento de la calidad del mango durante toda la cadena productiva y establecer prácticas agrícolas sustentables, sostenibles y competitivas que permitan el aprovechamiento integral tanto de la pulpa, de la cáscara y el hueso del mango.

Así mismo, para articular una red de valor en la cadena productiva del mango con base en sus propiedades nutricionales y funcionales es indispensable integrar el conocimiento que se genera en las universidades, centros de investigación, así como en los sectores productivos social y privado. Esto se puede lograr a través de la formación de redes de trabajo multidisciplinarias de investigación, innovación, transferencia de tecnología, estudios de mercado y desarrollo de planes de negocio, así como con el acompañamiento durante la gestión e implementación de agronegocios de productos funcionales de alto valor agregado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ajila, C. M.; Naidu, K. A.; Bhata S. G.; Prasada Rao U. J. 2007. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chemistry* 105 (3): 982-988.
2. Ajila, C. M.; Leelavathi, K.; Prasada Rao, U. J. 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science* 48 (2): 319-326.
3. Álvarez, C. F. 2004. Obtención, caracterización y optimización del proceso de extracción del aceite de la semilla de mango. Tesis Licenciatura; UNAM; Facultad de Química; México D. F.
4. Bangerth, F.; Carle, R. 2002. Physical, chemical and sensory properties of 9 Thai mango cultivars and evaluation of their technological and nutritional potential. In: International Symposium 'Sustaining, Food Security and Managing Natural Resources in Southeast Asia: Challenges for the 21st Century'; Chiang Mai, Thailand.
5. Cadena Agroalimentaria del Mango. 2003. Elaboración del programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología en el Estado de Guerrero. Red para el Desarrollo Sostenible de México, A.C.
6. Engels C.; Knodler M.; Zhao Y.; Carle R.; Ganzle M.; Schieber A. 2009. Antimicrobial activity of gallotannins isolated from mango (*Mangifera indica* L.) kernels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 57(17): 7712-7718.
7. Estudio de agrupamientos empresariales, consultado el 7 junio, 2010 en www.contactopyme.gob.mx/agrupamientos/Documentos/Capitulos/NAY01C4.DOC

8. FIRA. 2004. Redes de Valor, una nueva visión en los agronegocios. Consultado en www.fira.gob.mx
9. García, I. 2003. Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos de mango criollo (*Mangifera indica*) y su incorporación en galletas. [Tesis] Huajuapán de León, (Oaxaca). Universidad Tecnológica de la Mixteca.
10. Guha,S.;Ghosal,S.; Chattopadhyay,U. 1996. Antitumor, immunomodulatory and anti-HIV effect of mangiferin, a naturally occurring glucosylxanthone. *Chemotherapy* 42: 443–451.
11. INEGI. 2007. Encuesta Industrial Mensual.
12. Kuskoski E.M.; Asuero, A.G.; Troncoso, A.M.; Mancini-Filho, J.; Fett, R. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas* 25(4): 726-732.
13. Larrauri, J. A.; Rupérez, P.; Borroto, B.; Saura-Calixto, F. 1996. Mango peels as a new tropical fibre: Preparation and characterization. *Lebensm.-Wiss. Technology* 29: 729-733.
14. Larrauri, J. A. 1999. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. *Trends of Food Science Technology* 10: 3-8.
15. Mahattanatawee, K.; Manthey J.A.; Luzio G.; Stephen T.; Talcott S.T.; Goodner, K.; Baldwin E. A. 2006. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits, *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 54: 7355-7363.
16. Maisuthisakula, P.; Gordon, M. H. 2009. Antioxidant and tyrosinase inhibitory activity of mango seed kernel by product. *Food Chemistry* 117(2): 332-341.
17. Mercadante A. Z.; Rodríguez-Amaya D. B. 1998. Effects of ripening, cultivar differences, and processing on the carotenoid composition of mango. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 46 (1): 128–130.
18. Moure, A.; Cruz, J. M.; Franco, D.; Domínguez, J. M.; Sineiro, J.; Domínguez, H.; Nunez, M. J.; Parajo, J. C. 2001. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry* 72: 145-171.
19. Ribeiroa, S. M.; Barbosab, L. C.; Queirozc, J. H.; Knödlerd M.; Schieber A. 2008. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. *Food Chemistry* 110(3): 620-626.
20. Robles-Sánchez, R. M.; Rojas-Grau, M.; Odriozola-Serrano, I.; González-Aguilar, G. A.; Martín-Belloso, O. 2009. Effect of minimally processing on bioactive compounds and antioxidant activity of fresh-cut 'Kent' mango (*Mangifera indica* L.). *Postharvest Biology and Technology* 51(3): 384-390.

21. Sánchez, G. M.; Re, L.; Giuliani, A.; Nunez-Selles, A. J.; Davison, G. P.; Leon-Fernández, O. S. 2000. Protective effects of *Mangifera indica* L. extract, mangiferin and selected antioxidants against TPA-induced biomolecules oxidation and peritoneal macrophage activation in mice. *Pharmacology Research* 42: 565–573.
22. Schieber, A.; Stintzing, F. C.; Carle, R. 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds– recent developments. *Trends of Food Science and Technology* 12: 401-413.
23. Schieber, A.; Berardini, N.; Carle, R. 2003. Identification of flavonol and xanthone glycosides from mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Tommy Atkins') peels by high-performance liquid chromatography – electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 51: 5006-5011.
24. Schieber, A.; Hilt, P.; Berardini, N.; Carle, R. 2004. Recovery of pectin and polyphenolics from apple pomace and mango peels. In: Total Food. Exploiting co-products – minimizing waste, K. Waldron, C. Faulds & A. Smith Eds, 25-28 Abril, Norwich, UK. ISBN 0-7084-0644-5: 144-149.
25. SAGARPA. 2008. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, http://www.oedrus-portal.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp.
26. Soong Y. Y.; Barlow, P. J. 2004. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry* 88(3): 411-417.
27. Sirisakulwat, S.; Nagel, A.; Sruamsiri, P.; Carle, R.; Sybille Neidhart S. 2008. Yield and quality of pectins extractable from the peels of Thai mango cultivars depending on fruit ripeness. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 56:10727–10738.
28. Sudhakar, D.V.; Maini, S.B. 2000. Isolation and characterization of mango peel pectins. *Journal of Food Process Preservation* 24: 209-227.

(*Artículo recibido el 10 de mayo del 2010 y aceptado para su publicación el 23 de abril del 2011).