



Acta Universitaria

ISSN: 0188-6266

actauniversitaria@ugto.mx

Universidad de Guanajuato

México

Ozuna, César; Cerón García, Abel; Gómez Salazar, Julián A.; Salazar Solís, Eduardo;

Sosa Morales, María Elena; Abraham Juárez, Ma. del Rosario

Potencial de productos alimenticios originarios de la zona noreste de Guanajuato

Acta Universitaria, vol. 26, núm. 2, 2016, pp. 83-92

Universidad de Guanajuato

Guanajuato, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41649432009>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Potencial de productos alimenticios originarios de la zona noreste de Guanajuato

## Potential of food products from northeast Guanajuato

César Ozuna\*, Abel Cerón García\*, Julián A. Gómez Salazar\*, Eduardo Salazar Solís\*\*,  
 María Elena Sosa Morales\*, Ma. del Rosario Abraham Juárez\*◊

### RESUMEN

La región noreste del estado de Guanajuato es una zona con clima semidesértico. Pese a esto, cuenta con una amplia variedad de productos de origen vegetal (piñones y frutos de cactáceas) y animal (ganado bovino, caprino y ovino) con gran potencial para ser transformados y comercializados. Por tanto, el objetivo de este trabajo es mostrar las propiedades nutricionales y nutraceuticas de estos productos y las tecnologías que puedan ser aplicadas para obtener alimentos de calidad. Al evaluar la cadena de valor de los productos no se encontró el eslabón de transformación, creando así una gran oportunidad de generar valor agregado a través de la implementación de tecnologías accesibles a las comunidades en cuestión. De este modo, el desarrollo de actores que desempeñen la función del eslabón de transformación permitirá generar recursos para impulsar el desarrollo socioeconómico, buscando una mejor calidad de vida para los habitantes de esta región.

### ABSTRACT

Northeast Guanajuato State, Mexico, is an area with semi-arid climate. Despite this, it has a wide variety of products of plant (pine kernels and cactus fruits) and animal origin (bovine, ovine and caprine livestock) with great potential to be processed and marketed. Therefore, the aim of this work is to exhibit nutritional and nutraceutical properties of these products and explore technologies that can be applied to obtain quality foods. In assessing value chain of products, no transformation link was found. This creates a great opportunity to generate added value through implementation of technologies accessible to communities in question. Thus, development of agents with a function of a transformation link would generate resources to promote socio-economic impact, always seeking a better quality of life for inhabitants of region.

Recibido: 26 de julio de 2016  
 Aceptado: 17 de octubre de 2016

### INTRODUCCIÓN

La región noreste de Guanajuato (México) colinda con los estados de San Luis Potosí y Querétaro. Está conformada por ocho municipios: San Luis de la Paz, Victoria, Xichú, Santa Catarina, Atarjea, Tierra Blanca, Doctor Mora y San José Iturbide (figura 1). En la época de la Colonia, la zona fue importante por sus recursos minerales (más de 300 minas), lo que propició actividad comercial, ganadera y agrícola; por ejemplo, en San Luis de la Paz o en Doctor Mora. Sin embargo, después del movimiento cristero (1926-1929), la actividad minera decayó, las minas fueron clausuradas y la actividad económica se redujo (Treviño, 1988). Actualmente, en la región se trabaja el tejido y se está impulsando fuertemente el ecoturismo y la transformación de productos.

El clima es semidesértico, con escasez de agua y altas temperaturas en el día, lo que propicia el desarrollo de vegetación, principalmente cactácea y de matorrales xerófilos, entre las que se encuentran especies endémicas. También se encuentran bosques de pinos, como el piñonero (*Pinus cembroides*) en Atarjea y *P. devoniana* y *P. teocote* en Victoria (figura 2) (Zamudio, 2012).

**Palabras clave:**  
 Noreste de Guanajuato; frutos de cactáceas; piñón; zona libre de tuberculosis; brucellosis.

**Keywords:**  
 Northeast Area of Guanajuato;  
 cactus fruits; pine kernel; tuberculosis free zone; brucellosis.

**Cómo citar:**  
 Ozuna, C., Cerón García, A., Gómez Salazar, J. A., Salazar Solís, E., Sosa Morales, M. E., & Abraham Juárez, Ma. R. (2016). Potencial de productos alimenticios originarios de la zona noreste de Guanajuato. *Acta Universitaria*, 26(NE-2), 83-92. doi: 10.15174/au.2016.1529

\* Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Carretera Irapuato-Silao km 9.0, Ex Hacienda El Copal, Irapuato, Gto., México, C.P. 36500. Tel.: (462) 624 1889, ext. 5265, fax: (462) 624 1889. Correo electrónico: mabraham@ugto.mx

\*\* Departamento de Agronomía, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Carretera Irapuato-Silao km 9.0, Ex Hacienda El Copal, Irapuato, Gto., México, C.P. 36500. Tel.: (462) 624 1889, ext. 5265, fax: (462) 624 1889.

◊ Autor de correspondencia.

**Guanajuato**  
División municipal



|     |                            |
|-----|----------------------------|
| 001 | Abaesolo                   |
| 002 | Acomulero                  |
| 003 | San Miguel de Allende      |
| 004 | Apaseo el Alto             |
| 005 | Apaseo el Grande           |
| 006 | Atarjea                    |
| 007 | Cerro                      |
| 008 | Manuel Doblado             |
| 009 | Comonfort                  |
| 010 | Coronado                   |
| 011 | Cortazar                   |
| 012 | Cuerámaro                  |
| 013 | Doctor Mora                |
| 014 | Dolores Hidalgo            |
| 015 | Guanajuato                 |
| 016 | Huanimaro                  |
| 017 | Irapuato                   |
| 018 | Jaral del Progreso         |
| 019 | Jerécuaro                  |
| 020 | León                       |
| 021 | Moroleón                   |
| 022 | Ocampo                     |
| 023 | Pénjamo                    |
| 024 | Pueblo Nuevo               |
| 025 | Purísima del Rincón        |
| 026 | Romita                     |
| 027 | Salamanca                  |
| 028 | Salvatierra                |
| 029 | San Diego de la Unión      |
| 030 | Silao                      |
| 031 | San Francisco del Rincón   |
| 032 | San José Iturbide          |
| 033 | San Luis de la Paz         |
| 034 | Santa Catarina             |
| 035 | Santa Cruz Juventino Rosas |
| 036 | Santiago Maravatío         |
| 037 | Silao                      |
| 038 | Tarandacua                 |
| 039 | Tarimoro                   |
| 040 | Tierra Blanca              |
| 041 | Urangato                   |
| 042 | Valle de Santiago          |
| 043 | Victoria                   |
| 044 | Vilcabán                   |
| 045 | Xichú                      |
| 046 | Yuriria                    |



Figura 1. Región noreste del estado de Guanajuato.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2016).

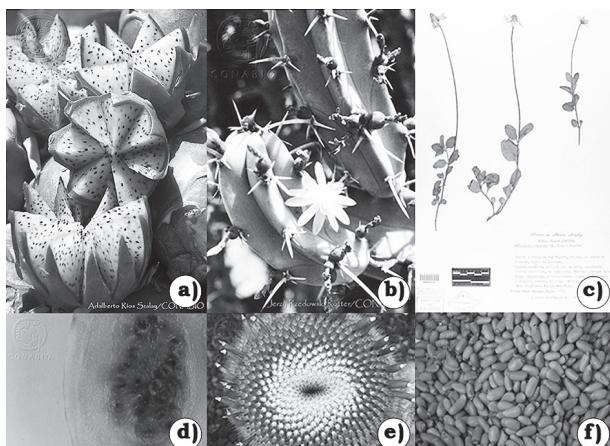


Figura 2. Productos con alto potencial provenientes de la zona Noreste de Guanajuato. a) *Hylocereus* spp., b) *Myrtillocactus* spp., c) *Heliopsis longipes*, d) *Opuntia joconostle* spp., e) *Mammillaria* spp., f) *Pinus cembroides*. Fuente: Tomadas del Banco de Imágenes (a, b, d-f) y del Herbario Virtual (c) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Hernández, Rzedowski & Kennedy (2012).

En cuanto a producción pecuaria, la región cuenta con bovinos, caprinos y ovinos. Los municipios de

Atarjea, Santa Catarina, San Luis de la Paz, Tierra Blanca, Victoria y Xichú, que integran la zona A2 del estado, elevaron su estatus zoosanitario, de acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) en enero de 2016, a fase de erradicación en el marco de las campañas nacionales contra la brucellosis de los animales y la tuberculosis bovina. Con ello, los productos y subproductos de estos ganados podrán comercializarse de manera segura y competitiva en el estado y en el país (Sagarpa, 2016).

La zona cuenta con una vasta riqueza en recursos vegetales y de origen animal, con potencial para ser comercializados y transformados, lo que pudiera incrementar el crecimiento económico de estos municipios del estado. Por ello, el objetivo del presente trabajo es revisar los recursos naturales y de producción primaria originarios del noreste de Guanajuato, mostrando sus propiedades, posible cadena de valor y tecnologías que pudieran aplicarse para obtener alimentos de alta calidad y para potencializar el desarrollo económico de la zona.

**Tabla 1.**

Superficie establecida y volumen de producción de tuna en municipios del estado de Guanajuato.

| Municipio             | Superficie establecida (ha) | Volumen de producción (t) |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| San Diego de la Unión | 532.00                      | 6 568.00                  |
| San Miguel de Allende | 80.00                       | 1 098.00                  |
| Abasolo               | 5.00                        | 9.5                       |
| Apaseo El Grande      | 1.00                        | 5.25                      |
| Dolores Hidalgo       | 1 149.00                    | 14 017.80                 |
| Salamanca             | 10.00                       | 56.00                     |
| Tarimoro              | 7.00                        | 43.75                     |

Fuente: Elaborado a partir de datos de Sagarpa-Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2016a).

## Producción de alimentos en el noreste de Guanajuato

### Piñón

Los bosques de pinos piñoneros (*Pinus cembroides*) se distribuyen en altitudes de 1800 m a 2500 m; en el norte del estado de Guanajuato se desarrollan sobre rocas ígneas extrusivas en las sierras de Jacales, San Pedro, Santa Bárbara y del Cubo y los cerros de Cuchilla Águila y Zamorano, todos pertenecientes a la región (Zamudio, 2012). Aunque se conoce la distribución de esta especie de pinos en esta zona, poco se sabe de su nivel de producción, dado que su madera no se explota con fines industriales y por ello los bosques de piñoneros se encuentran generalmente bien conservados. Los datos exactos de producción anual de piñón en esta región no se conocen. Sin embargo, en otras zonas del país como lo son Chiapas, Puebla y Veracruz, se reportaron los datos de producción de piñón para el año 2014, y esta fue de 35 t, 80 t, 1 t, 239.56 t y 350.4 t de piñón, respectivamente (Sagarpa-Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2016a).

### Cactáceas

Dentro de los principales cultivares de tunas (frutos del género de plantas cactáceas *Opuntia* spp.) que se producen en el noreste de Guanajuato, destaca por su gran variabilidad la especie *O. imbricata*, que incluye el nopal coyonoxtle, xoconostle, cardenche o choya. Están distribuidos a lo largo del país, aunque la mayor concentración de estos se encuentra en las zonas áridas y semiáridas del territorio, principalmente en

la Altiplanicie Meridional de México y en la zona semiárida de Tehuacán-Cuicatlán (Scheinvar & Sule, 2010). De igual forma, Reyes-Agüero (2005) describe que en los estados presentes en dicho Altiplano (norte de Guanajuato, sureste de Zacatecas, norte de Jalisco, poniente de San Luis Potosí y Aguascalientes) se encuentra la mayor riqueza de variantes de especies de *Opuntia* spp., tanto silvestres (35% del total de *Opuntia* spp.) como cultivadas (144 variedades). En esta zona existen alrededor de 26 000 hectáreas con nopal de tuna, superficie que representa el 47% de la superficie total nacional (Sagarpa-SIAP, 2016a), siendo la mayor concentración de plantas productoras de xoconostle (sin distinción entre especies) en los estados de Guanajuato, Zacatecas y San Luis Potosí.

Con respecto a la producción de tuna en el estado de Guanajuato, se reportan datos para el 2014 de 21 798.30 t repartidas en diferentes municipios, como se muestra en la tabla 1. En relación con la producción de xoconostle, Guzmán-Maldonado *et al.* (2010) reportaron datos de aproximadamente 10 000 t por año para los estados de Guanajuato, Hidalgo, Estado de México y Puebla.

Por otro lado, dentro de las cactáceas de potencial promisorio para el norte de Guanajuato se encuentran el garambullo (*Myrtillocactus* spp.), la guamisha (*Mammillaria* spp.) y la pitahaya (*Hylocereus* spp.), mismas que son consumidas como frutos en fresco y cocidos (Meza-Nivón, 2007), y de las cuales no se tienen reportes de su nivel de producción.

### Producción de carne

Con respecto a producción pecuaria, en bovinos el estado de Guanajuato cuenta con cruzas de razas especializadas para la producción de carne, desarrollándose en potreros principalmente en la zona norte y noreste, así como en corrales para su finalización en el Bajío y sur del estado. Según datos de Sagarpa-SIAP (2016c), el estado de Guanajuato presentó una producción de carne de bovino (ganado en pie) de 111 659 t para el 2014, superado por estados como Michoacán, Veracruz, Sonora, Sinaloa, San Luis Potosí, Jalisco, Chihuahua y Chiapas. Dentro del estado de Guanajuato destacan por su volumen de producción los municipios de Valle de Santiago, Irapuato, Abasolo y León (tabla 2).

En la región del noreste del estado, entre los principales municipios productores de ganado bovino sobresalen Doctor Mora, San José Iturbide y San Luis

de la Paz (tabla 2). Otros municipios ubicados en esta zona que aportan en menor proporción a la producción total de ganado bovino en el estado son Victoria (411.4 t), Xichú (188.5 t), Santa Catarina (165.8 t), Tierra Blanca (130.2 t) y Atarjea (58.3 t). En el caso de producción de ganado porcino, en el estado Guanajuato se alcanzó un volumen de 13 728 t para el año 2014. Los municipios de mayor aporte de ganado porcino fueron Pénjamo, Abasolo, Irapuato, pertenecientes a la zona centro, mientras que para la zona noreste del estado lo fueron San José Iturbide y Doctor Mora (tabla 2). Cabe destacar que los municipios del noreste de Guanajuato se caracterizan por ser mayores productores de carne de ganado bovino que porcino (9168 t y 3791 t, respectivamente).

En el caso de ganado ovino y caprino, para el 2014 en el estado de Guanajuato se presentó una producción de 5490 t y 3147 t, respectivamente. En cuanto a los municipios que mayoritariamente aportaron en ganado ovino, estos fueron principalmente los ubicados en la zona norte, tales como San Luis de la Paz (773.139 t), Doctor Mora (543.892 t) y Dolores Hidalgo (828.297 t), mientras que en ganado caprino lo fueron Doctor Mora (349.074 t), Pénjamo (471.058 t) y Salamanca (312.858 t).

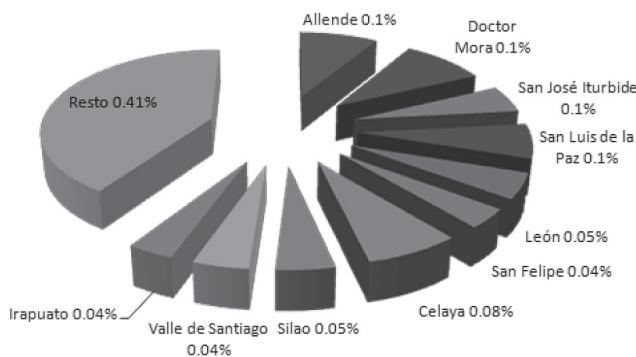
La comercialización nacional e internacional de animales en pie, carne en canal y cortes de carne de ganado bovino, ovino y caprino, es uno de los principales retos para los productores del noreste del estado de Guanajuato. De allí que los productores de la región, en conjunto con instituciones del estado, se han dado a la tarea de generar acciones, sobre todo de carácter sanitario, para cumplir con los requisitos de las entidades regulatorias. Luego de que Sagarpa elevó el estatus zoosanitario a la zona noreste (Atarjea, Santa Catarina, San Luis de la Paz, Tierra Blanca, Victoria y Xichú) en fase de erradicación en el marco de las campañas nacionales contra la brucelosis de los animales y la tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*), se ha favorecido grandemente a los productores de ganado bovino, ovino y caprino, beneficiando así a 3788 hatos bovinos con más de 44 585 cabezas, 1389 rebaños caprinos con 15 660 cabras y 3253 rebaños ovinos con 50 829 cabezas (Sagarpa, 2016). Esto sin duda permitirá el disponer de un área de oportunidad para productores dedicados a la transformación de productos pecuarios, ya que las calidades fitosanitarias de los hatos de esta región cumplen con la normatividad vigente y disposiciones federales, permitiendo así apuntalar tanto las actividades agrícolas como pecuarias realizadas en esta región de estudio.

**Tabla 2.**

Volumen de producción de bovino y porcino en pie y carne en canal en municipios de Guanajuato.

| <b>Municipio</b>         | <b>Volumen de producción (t)</b> |                |
|--------------------------|----------------------------------|----------------|
|                          | <b>Bovino</b>                    | <b>Porcino</b> |
| Valle de Santiago        | 8 697.804                        | 6 302.204      |
| Irapuato                 | 9 161.587                        | 10 127.802     |
| Pénjamo                  | 3 186.294                        | 56 869.416     |
| Abasolo                  | 8 775.488                        | 8 635.539      |
| Dolores Hidalgo          | 5 357.171                        | 10 356.749     |
| San José Iturbide        | 3 780.326                        | 3 263.358      |
| Doctor Mora              | 2 216.706                        | 60.981         |
| San Luis de la Paz       | 2 382.879                        | 373.626        |
| León                     | 11 493.837                       | 3 470.814      |
| Allende                  | 3 523.190                        | 3 319.069      |
| San Francisco del Rincón | 5 510.966                        | 1 428.756      |

Fuente: Elaborado a partir de datos de Sagarpa-SIAP (2016c).



**Figura 3.** Participación de la producción de leche por municipio en el estado de Guanajuato, 2014.

Fuente: Elaborado a partir de datos de Sagarpa-SIAP (2016c).

#### Producción de leche

La producción lechera se desarrolla en todo el territorio mexicano. Durante el 2014, la producción total fue de 11 285.119 t, provenientes de ganado bovino y caprino, de los cuales aproximadamente el 7% es aportado por el estado de Guanajuato, con un volumen de 811 472 t para este año. Dicho porcentaje es en su mayoría contribuido por los municipios localizados en el noreste del estado, entre los cuales encontramos a San Luis de la Paz, Doctor Mora y San José Iturbide con una producción de 55 t, 75 t y 43 t, respectivamente (figura 3). Otros municipios

localizados en esta misma zona que también aportan a la producción total de leche del estado son Victoria, Xichú, Santa Catarina, Atarjea y Tierra Blanca, cada uno con una producción anual cercana a la media tonelada. La zona noreste de Guanajuato ha tenido un crecimiento pronunciado en la producción de leche, siendo este de 3.7% anual en promedio, pues pasó de 162.6 t en 2013 a 174.06 t y 175.5 t en 2014 y 2015, respectivamente. Dicho crecimiento productivo fue superior al aumento promedio nacional de la producción de leche de 1.3% anual en los últimos ocho años (Sagarpa-SIAP, 2016c).

## Potencial nutritivo y nutracéutico de los productos

### Piñón (*Pinus cembroides*)

Esta nuez cuenta con un valor nutricional similar al del resto de nueces comercializadas a nivel mundial (López, 2001). Una vez recolectada y descascarillada, su aprovechamiento se enfoca generalmente en la adición como ingrediente en dulces, postres, pasteles y ensaladas. Diversas investigaciones resaltan la importancia nutricional de este producto, ya que resulta una excelente fuente de proteínas, antioxidantes, ácidos grasos mono insaturados, vitamina B1 (tiamina) y minerales, especialmente potasio y fósforo. Tanto el ácido oleico como linolénico corresponden a más del 85% del total de los ácidos grasos contenidos en esta semilla, directamente involucrados con la regulación de niveles de lípidos en sangre, incluidos el colesterol total y lipoproteínas de baja densidad (LDL), así como la reducción de la presión sanguínea (Sagrero-Nieves, 1992; Sen, Ozer & Aksoy, 2016). El piñón mexicano es un producto altamente apreciado por la industria cosmetológica por su alto contenido de ácidos grasos insaturados.

### Xoconostle (*Opuntia joconostle* spp.)

El principal uso de esta tuna agria es como condimento en salsas de la cocina mexicana. Esta fruta, tanto en su parte comestible (mesocarpo) como la no comestible y poco valorada (epicarpo y endocarpo), resulta ser una excelente fuente de fibra, compuestos fenólicos, flavonoides, ácidos grasos poli-insaturados y tocoferoles, además de proveer de una buena capacidad antioxidante (Morales, Barros, Ramírez-Moreno, Santos-Buelga & Ferreira, 2014). Se ha encontrado que el consumo de la cáscara del xoconostle promueve la reducción de glucosa en sangre y la prevención de hiperlipidemia (Pimienta-Barrios, Méndez-Morán, Ramírez-Hernández, García de Alba-García & Domínguez-Arias,

2008). Tales cualidades, junto con la composición nutricional y fitoquímica de este fruto, lo vuelven un atractivo ingrediente para ser explotado por la industria alimenticia, tal como ha sido demostrado por Morales, Ramírez-Moreno, Sánchez-Mata, Carvalho & Ferreira (2012) para el uso de la pulpa de xoconostle.

### Garambullo (*Myrtillocactus spp.*)

Esta especie cactácea endémica de México es conocida como la *berry de las cactáceas*, debido a su reducido tamaño, pero similar apariencia a las frutillas. Es una fruta altamente perecedera, por lo que su consumo es en fresco, aunque también se conoce de productos procesados, principalmente helados y mermeladas (Hernández-López, Vaillant, Reynoso-Camacho & Guzman-Maldonado, 2008). Se ha demostrado que esta frutilla tiene propiedades fisicoquímicas y nutracéuticas similares a las de otras cactáceas como la tuna (xoconostle) y la pitahaya, tanto en composición química (minerales, vitamina C) como en compuestos bioactivos como vulga-xantinas y betalainas; además de la capacidad antioxidante similar a la frambuesa, zarzamora y fresa (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2010). Tales biocompuestos son una excelente fuente de antioxidantes que previenen el efecto daño de los radicales libres. Además, su contenido de minerales como hierro, calcio y azufre la vuelven un candidato idóneo para productos alimenticios altamente nutricionales y funcionales, con características iguales o incluso superiores a los que se encuentran en la actualidad en el mercado.

### Biznaga de chilitos, guamisha o chilito (*Mammillaria spp.*)

El fruto característico de este grupo de cactáceas, consideradas como falsos peyotes, es un producto que se consume principalmente en fresco después de haber sido recolectado en campo. Considerada como una planta de ornato, se conoce que en países europeos es propagada para tal fin, mientras que en México se encuentra en peligro de extinción, debido a la poca investigación en cuanto a propagación de esta especie vegetal (Álvarez-Sánchez, 2013). Al fruto, conocido como chilito, se le ha atribuido propiedades antidiuréticas y antiurolitiásicas. Se ha reportado que este fruto posee una amplia riqueza en betalainas (Wybraniec & Nowak-Wydra, 2007), así como compuestos fenólicos (Almaraz-Abarca *et al.*, 2007).

### Pitahaya (*Hylocereus spp.*)

Esta cactácea perenne de tipo arbustivo es tolerante a las altas temperaturas y sequía prolongada, pero sensible ante condiciones de demasiada humedad ocasionada por inundaciones (Castillo & De Cálix, 1995).

Su fruto tiene un alto potencial debido a la composición de colorantes naturales, tanto en pericarpio como en su pulpa mucilaginosa, con aplicación a la industria alimentaria. La pitahaya posee una amplia riqueza de metabolitos secundarios como alcaloides, triterpenos, fenoles y saponinas, además de flavonas, leucoantocianidinas y otros, muchos de los cuales no han sido identificados (Rivera, Bocanegra-García & Monge, 2010). Dentro de las principales alternativas de comercialización, más allá de la venta en fresco, se encuentran las modalidades de colorantes naturales, ingrediente base para la preparación de bebidas y para productos farmacéuticos contra la gastritis y litiasis (Rakoto-Ratsimamanga *et al.*, 2005).

#### Chilcuague (*Helopsis longipes*)

También conocido como pelitre, esta planta es considerada una planta herbácea. El chilcuague es conocido por sus propiedades insecticidas, bactericida, anestésico local y como ingrediente en la cocina regional como sustituto del picante o chile (Cruz-Ramírez, Valdez-Morales, Chacón-López, Rosas-Cárdenas & Cruz-Hernández, 2006). Este efecto se debe principalmente a la presencia de la alcamida (amina alifática) denominada *afinina* (N-isobutil-2E, 6Z, 8E-decatrienamida). Se cuenta ya con varias iniciativas para el procesamiento a nivel comercial del chilcuague para productos cosméticos, mascarillas, enjuagues bucales, repelente de insectos, champú, lociones para después de afeitarse. Igualmente, usado como anestésico e infusión contra la tos (Wolfson, 2002).

#### Cadena de valor de los productos

La generación de productos con identidad territorial y cultural son procesos que se tienen en cuenta como detonadores del desarrollo rural, sobre todo complementando los sistemas tradicionales de producción para disminuir el impacto negativo sobre los recursos naturales con el fin de fortalecer y potenciar la cadena de valor de los recursos (Ponce, 2006). La cadena de valor, definida por Michael Porter en 1985, describe el desarrollo de las actividades de una empresa, generando valor del producto al cliente final (Porter & Porter, 1998).

En la producción de alimentos participan diversos actores de la cadena de valor en todas las regiones de México, como es el caso del noreste del estado de Guanajuato. En esta zona, los principales actores de la cadena de valor de la producción de alimentos son los productores, así como los clientes y consumidores.

El noreste del estado de Guanajuato tiene una gran riqueza, la gran variedad de bienes y servicios que sus ecosistemas proporcionan: la provisión de alimentos, productos medicinales y materias primas que pueden apoyar las actividades productivas, entre otros (De León-Monzón, Sánchez & Nahed-Toral, 2004). A pesar de esta riqueza natural, las zonas rurales del noreste del estado de Guanajuato se encuentran en rezago, y aunque se hayan realizado esfuerzos para combatir la pobreza, existen cada vez menos oportunidades de empleo, educación, comunicación, acceso a mercados y asistencia técnica. Por lo tanto, es importante asesorar a los pobladores del noreste del estado de Guanajuato para que cuenten con el conocimiento sobre factores que se deben tomar en cuenta para establecer de manera exitosa módulos de producción y transformación competitivos y sustentables.

Los productos de la zona se pueden comercializar y transformar para darles un mayor valor agregado, siendo una alternativa de gran potencial para zonas marginadas, a nivel de logística y operaciones como a nivel de marketing y ventas. Es importante hacer énfasis en el análisis de las cadenas agroalimentarias para alinear los esfuerzos individuales y colectivos de cada eslabón de la cadena productiva para identificar los factores de tipo técnico, social, ambiental y económico, con el fin de satisfacer de mejor manera las necesidades del consumidor (Ponce, 2006).

Los productos agrícolas de la zona, sobre todo los frutos de las cactáceas, se han explotado solo de manera artesanal y, normalmente, se comercializan solo a nivel de menudeo. Por tal motivo, no se cuenta con información sobre su producción. Para que estos frutos puedan ser un importante factor de sustento económico, deben ser conservados e industrializados para su aplicación en productos alimentarios (Pérez-González, 1999). Además, las semillas de los frutos contienen ácidos grasos beneficiosos y se pueden utilizar para elaborar tortillas con un alto contenido de proteína, lo cual los hace ser una alternativa para el rescate económico de pueblos en pobreza extrema (Nolasco, 2010).

Es por todo esto que se propone elevar la competitividad y fortalecer los eslabones de la cadena de valor de estos productos, promoviendo la “identificación geográfica” de los productos que se elaboren y acompañar la industrialización de la ruralidad, a fin de generar trabajo sustentable, impulsando la innovación y desarrollo de nuevos productos. Para dar continuidad a este análisis sobre el potencial de productos alimenticios originarios de la zona noreste de Guanajuato, se propone llevar a cabo un estudio exhaustivo de su cadena de valor para su comercialización.

## Tecnologías para la transformación de los productos

La agricultura y la ganadería representan dos de los principales pilares económicos del estado de Guanajuato (2000Agro, 2013). Por tal motivo, el conocimiento y la aplicación de tecnologías para el procesamiento y conservación de alimentos son de vital importancia para el desarrollo de las comunidades rurales. En este sentido, las instituciones de enseñanza y centros de investigación especializados en el área de ciencia y tecnología de los alimentos necesitan contribuir en la transferencia de tecnologías sustentables, eficaces y accesibles que permitan a los habitantes de dichas comunidades transformar y/o conservar sus productos.

La producción a gran escala de piñones (*Pinus cembroides*) representa un área de oportunidad para las comunidades de esta región del estado. Al ser considerado un fruto seco con alto valor económico, su forma de conservación debe realizarse en condiciones controladas para evitar contaminación microbiológica y su deterioro tanto físico como nutrimental (López, 2001; Luttfullah & Hussain, 2011). Cai, Liu & Ying (2013) demostraron que el almacenamiento de piñones con baja humedad ( $13.3\% \pm 0.24\%$ ) a temperatura de  $-3^{\circ}\text{C}$  puede ser un método alternativo para preservar la calidad poscosecha y extender el periodo de conservación de este producto. Por otro lado, Gölge & Ova (2008) determinaron que la aplicación de radiación gamma ( $0.5 \text{ kGy} - 5 \text{ kGy}$ ) en piñones no induce cambios significativos ( $p < 0.05$ ) en su composición (en particular, ácidos grasos) y tampoco en su color y su textura, en comparación con piñones no irradiados. Además, al transcurrir un periodo de almacenamiento de tres meses, el producto irradiado conservó sus propiedades físicas, químicas y sensoriales.

Respecto a los frutos de cactáceas (*Opuntia* spp.), diversas investigaciones, nacionales e internacionales, han enfocado sus esfuerzos en la conservación poscosecha de estos frutos (Cefola, Renna & Pace, 2014; Piga, Caro, Pinna & Agabbio, 2003) y en el desarrollo de diversos productos que permitan brindarles un valor agregado en el mercado (Cortez-García, Ortiz-Moreno, Zepeda-Vallejo & Necoechea-Mondragón, 2015; Moussa-Ayoub *et al.*, 2016; Sáenz, 2000; Zafra-Rojas, Cruz-Cansino, Ramírez-Moreno, Delgado-Olivares, Villanueva-Sánchez, & Alanís-García, 2013).

El consumo en fresco de los frutos de cactáceas ha incrementado en la industria restaurantera a nivel nacional (Guerrero-Ferrer, 2010), lo cual representa un nicho de mercado para las comunidades productoras

en el noreste del estado de Guanajuato. Por tal motivo, es necesario conocer las condiciones óptimas de almacenamiento para su distribución. Piga *et al.* (2003) estudiaron el almacenamiento de frutos de cactáceas (*Opuntia ficus indica* Mill, cv. 'Gialla') a  $4^{\circ}\text{C}$  en cajas de plástico selladas con una película de alta permeabilidad a los gases durante nueve días. En esta investigación demostraron que los valores de pH, acidez, contenidos en vitamina C y la capacidad antioxidante de los frutos permanecieron constantes durante este periodo de almacenamiento. De igual forma, Cefola *et al.* (2014) confirmaron que el almacenamiento de este tipo de frutos a  $4^{\circ}\text{C}$  en atmósferas modificadas tanto pasivas (aire) y semi-activas ( $10 \text{ kPa O}_2$  y  $10 \text{ kPa CO}_2$ ) mejoraron su vida útil en un 30%. Sin embargo, el incremento de la temperatura de almacenamiento ( $8^{\circ}\text{C}$ ) provocó la reducción en la presión parcial del  $\text{O}_2$  en el interior de los envases, lo cual fue atribuido al aumento de la actividad metabólica del producto.

Existe una amplia variedad de productos que pueden ser elaborados a partir de los frutos de las cactáceas, tales como las mermeladas, jaleas, dulces, jugos, néctares, edulcorantes líquidos, bebidas alcohólicas, deshidratados, congelados, entre otros (Guerrero-Ferrer, 2010; Sáenz, 2000). Álvarez-Castro, Corrales-García, Hernández-Montes, García-Mateos Peña-Valdivia & Quiroz-González (2014) desarrollaron botanas deshidratadas de xoconostle (*Opuntia matudae* Scheinvar) adicionadas con edulcorantes artificiales (32 mg de neotame/L). El producto final demostró ser una importante fuente de compuestos fenólicos ( $1539.17 \text{ mg GAE}/100 \text{ g} \pm 31.46 \text{ mg GAE}/100 \text{ g}$ ) y antioxidantes ( $\text{IC}_{50} = 0.61 \text{ mg/mL} \pm 0.03 \text{ mg/mL}$ ). Por otro lado, la elaboración de jugos y néctares a partir de frutos de cactáceas ha sido ampliamente estudiado debido a su alto contenido en betalainas, flavonoides y aminoácidos (El-Samahy, El-Mansy, Bahlol, El-Desouky & Ahmed, 2008; Stintzing, Schieber & Carle, 2003). En los últimos años ha surgido un amplio interés por la aplicación de tecnologías emergentes para prolongar su vida útil y las propiedades nutritivas que estos jugos y néctares poseen (Moussa-Ayoub *et al.*, 2016; Zafra-Rojas *et al.*, 2013). Además de estos productos, El-Samahy, Youssef & Moussa-Ayoub (2009) desarrollaron helados con concentrado de pulpa ( $30^{\circ}\text{Brix}$ ) de frutos de cactáceas (*Opuntia ficus indica*). Los resultados mostraron que estos frutos tienen un alto potencial para ser incorporados como ingredientes en la elaboración de helados debido a su baja acidez, la estabilidad de sus pigmentos y su alto valor nutritivo.

En cuanto a la conservación de la leche y productos lácteos, la aplicación de métodos térmicos (esterilización, pasteurización, ultrapasteurización y deshidratación) y no térmicos (tratamientos enzimáticos

y tecnologías emergentes) permiten prolongar su vida útil (Deswal, Deora & Mishra, 2013; Trujillo, Capellas, Saldo, Gervilla & Guamis, 2002). Además, la producción de leche representa un potencial para la elaboración de quesos artesanales frescos y madurados. Sin embargo, es necesario concientizar a los habitantes de la zona en una producción quesera normalizada, la cual esté basada en el empleo de la pasteurización como proceso básico para la elaboración de estos productos, el uso del cuajo estandarizado, la aplicación de buenas prácticas de manufactura y el cumplimiento de la legislación sanitaria vigente (Cesín-Vargas, 2014; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, por sus siglas en inglés], 2016). De esta forma se permitiría garantizar la calidad e inocuidad de los quesos artesanales, lo cual incrementaría la confianza del consumidor en estos productos y, en consecuencia, aumentaría las ventas de los quesos producidos en la región. Finalmente, cabe destacar la leche puede ser utilizada para la elaboración de helados, dulces y postres. En este sentido, la leche de cabra es usada en el estado de Guanajuato para la elaboración de su dulce emblemático: la cajeta, la cual es empleada como ingrediente en una amplia variedad de recetas de repostería, tanto en nuestro país como a nivel internacional.

Respecto a la producción de carne y productos cárnicos en la región, existe gran diversidad de productos elaborados de manera artesanal: barbacoa (carne de borrego al vapor), birria (cabrito cocido), embutidos, entre otros productos (Alejo-López, Ruiz-Aguilar & Pérez-Nieto, 2005; Tovar-Luna, 2009). Sin embargo, estos productos no han sido explotados de manera eficiente, debido a la falta de implementación de tecnologías que proporcionen valor agregado a los productos y subproductos ganaderos.

De igual forma que en la elaboración de productos lácteos, los productores y procesadores de carne a nivel artesanal requieren de capacitación sobre las buenas prácticas de manufactura y las condiciones de almacenamiento para conservar la calidad de los productos terminados. Este hecho permite mejorar su competitividad e introducir sus productos en mercados nacionales e internacionales. Por tal motivo, es fundamental el conocimiento y la aplicación de tecnologías de conservación que permitan prolongar la vida útil de los productos elaborados. Dentro de estas tecnologías cabe destacar las operaciones de corte y deshuesado eficientes para mantener la calidad y vida útil de la carne fresca (Voloski *et al.*, 2016),

la refrigeración (Beaufort, Cardinal, Le-Bail & Midelet-Bourdin, 2009) y congelación (Arthur, 2006), el uso de empaques y condiciones de envasado óptimas durante su almacenamiento (Lavieri & Williams, 2014), el marinado e inmersión de productos cárnicos en sales, aceites y ácidos orgánicos, (Kadam & Prabhansankar, 2010; Ozuna, Cárcel, García-Pérez Peña & Mulet, 2015), entre otros. De igual forma, la implementación de infraestructura y/o equipos para el acopio y la conservación de productos cárnicos, tanto locales como regionales, son alternativas eficientes para potencializar la producción de derivados cárnicos.

## CONCLUSIÓN

Con base en la revisión bibliográfica desarrollada en esta investigación, el noreste del estado de Guanajuato posee un gran potencial de recursos agropecuarios para ser comercializados a nivel nacional e internacional, siendo los principales productos primarios una gran diversidad de frutos cactáceos (garambullo, pitahaya, xoconostle y chilitos), el piñón y el chilcuague. Mientras que los productos secundarios, derivados de estos, incluyen una amplia gama de productos altamente apreciados por el sector alimentario, cosmético y farmacéutico, así como los productos derivados de la actividad pecuaria de la región. El aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales y procesados podría generar una cadena de valor de estos productos, lo cual permitiría el impulso del sector socioeconómico, tecnológico, cultural y ecológico de la región. Se requiere la articulación, tanto de los sectores productivos de la región como de las instituciones educativas y de gobierno para lograr con éxito la detonación de las diversas áreas estratégicas que presenta la región noreste de Guanajuato.

## REFERENCIAS

- 2000 Agro. (2013). *Guanajuato exporta 100 mil toneladas de frutas y hortalizas*. Recuperado el 10 de julio de 2016 de <http://www.2000agro.com.mx/agro-industria/hortofruticola/guanajuato-exporta-100-mil-toneladas-de-frutas-y-hortalizas/>
- Alejo-López, S. J., Ruiz-Aguilar, G. M. L., & Pérez-Nieto, A. (Junio, 2005). *Las artesanías agroalimentarias en el sur de Guanajuato*, México. Presentado en el VII Congreso Nacional de Ciencias de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.
- Almaraz-Abarca, N., Campos, M. G., Delgado-Alvarado, A., Ávila-Reyes, J. A., Naranjo-Jiménez, N., Herrera-Corral, J., Filipa Tomatas, A., Almeida, A. J., & Vieira, A. (2007). Fenoles del polen de *Stenocactus echinocereus* y *Mammillaria* (Cactaceae). *Polibotánica*, 23(1), 37-55.

- Álvarez-Castro, N. V., Corrales-García, J., Hernández-Montes, A., García-Mateos, M. R., Peña-Valdivia, C. B., & Quiroz-González, B. (2014). Development of a snack from xoconostle (*Opuntia matudae* Scheinvar) sweetened with neotame and its antioxida [http://www.jpacd.org/downloads/Vol16/2\\_JPACD\\_2014\\_16\\_15-31\\_Alvarez-Castro\\_et\\_al.pdf](http://www.jpacd.org/downloads/Vol16/2_JPACD_2014_16_15-31_Alvarez-Castro_et_al.pdf) nt capacity. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 16(1), 15-31.
- Álvarez-Sánchez, J. (2013). *Análisis fitoquímico y fisicoquímico de frutos de biznagas de chilitos (Mammillaria spp.)*. México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Arthur, I. (2006). Shipboard refrigeration and the beginnings of the frozen meat trade. *Journal of the Royal Australian Historical Society*, 92(1), 63.
- Beaufort, A., Cardinal, M., Le-Bail, A., & Midelet-Bourdin, G. (2009). The effects of superchilled storage at -2 °C on the microbiological and organoleptic properties of cold-smoked salmon before retail display. *International Journal of Refrigeration*, 32(7), 1850-1857.
- Cai, L., Liu, C., & Ying, T. (2013). Changes in quality of low-moisture conditioned pine nut (*Pinus gerardiana*) under near freezing temperature storage. *CyTA - Journal of Food*, 11(3), 216-222.
- Castillo, M. R., & de Cálix, D. H. (1995). *Memorias del primer curso teórico-práctico sobre el cultivo de la pitahaya*. México: Universidad de Quintana Roo.
- Cefola, M., Renna, M., & Pace, B. (2014). Marketability of ready-to-eat cactus pear as affected by temperature and modified atmosphere. *Journal of Food Science and Technology*, 51(1), 25-33.
- Cesín-Vargas, A. (2014). La leche y los quesos artesanales en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 11(2), 243-248.
- Cortez-García, R. M., Ortiz-Moreno, A., Zepeda-Vallejo, L. G., & Necoechea-Mondragón, H. (2015). Effects of cooking methods on phenolic compounds in xoconostle (*Opuntia joconostle*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 70(1), 85-90.
- Cruz-Ramírez, L. A., Valdez-Morales, M., Chacón-López, M. A., Rosas-Cárdenas, F. F., & Cruz-Hernández, A. (2006). Mexican crops of agroalimentary importance. En R. G. Guevara-González, & I. Torres-Pacheco (Eds). *Advances in Agricultural and Food Biotechnology* (pp. 35-53). Research Signpost.
- De León-Monzón, J. H., Sánchez, J. E., & Nahed-Toral, J. (2004). El cultivo de *Pleurotus ostreatus* en los Altos de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Micología*, 18(1), 31-38.
- Deswal, A., Deora, N. S., & Mishra, H. N. (2013). Optimization of enzymatic production process of oat milk using response surface methodology. *Food and Bioprocess Technology*, 7(2), 610-618.
- El-Samahy, S. K., El-Mansy, H. A., Bahol, H. E., El-Desouky, A. I., & Ahmed, A. E. (2008). Thermal process time and sensory evaluation for canned cactus pear nectar. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 10(1), 85-107.
- El-Samahy, S. K., Youssef, K. M., & Moussa-Ayoub, T. E. (2009). Producing ice cream with concentrated cactus pear pulp: A preliminary study. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 11(1), 1-12.
- Gölge, E., & Ova, G. (2008). The effects of food irradiation on quality of pine nut kernels. *Radiation Physics and Chemistry*, 77(3), 365-369.
- Guerrero-Ferrer, A. (2010). Cactáceas. In *Cocina y cultura en Querétaro. Recetario* (2a., pp. 179-200). México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Guzmán-Maldonado, S. H., Herrera-Hernández, G., Hernández-López, D., Reynoso-Camacho, R., Guzmán-Tovar, A., Vaillant, F., & Brat, P. (2010). Physicochemical, nutritional and functional characteristics of two underutilised fruit cactus species (*Myrtillocactus*) produced in central Mexico. *Food Chemistry*, 121(2), 381-386.
- Hernández-López, D., Vaillant, F., Reynoso-Camacho, R., & Guzmán-Maldonado, S. H. (2008). *Myrtillocactus* (Cactaceae): botanical, agronomic, physicochemical and chemical characteristics of fruits. *Fruits*, 63(5), 269-276.
- Hernández Xolocotzi, E., Rzedowski Rotter, J., & Kennedy, D. (2012). *Acervo fotográfico. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (Conabio). Banco de imágenes*. Recuperado el 10 de julio de 2016 de <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/inicio.fwx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). *Marco geoestadístico 2010 versión 5.0.A (Censo de Población y Vivienda 2010)*. Recuperado el 10 de julio de 2016 de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825292805>.
- Kadam, S. U., & Prabhakar, P. (2010). Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products. *Food Research International*, 43(8), 1975-1980.
- Lavieri, N., & Williams, S. K. (2014). Effects of packaging systems and fat concentrations on microbiology, sensory and physical properties of ground beef stored at 4 °C ± 1 °C for 25 days. *Meat Science*, 97(4), 534-541.
- López Mata, L. (2001). Proteins, amino acids and fatty acids composition of nuts from the mexican endemic rarity, *Pinus maximartinezii*, and its conservation implications. *Interciencia*, 26(12). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=33906305>
- Lutfullah, G., & Hussain, A. (2011). Studies on contamination level of aflatoxins in some dried fruits and nuts of Pakistan. *Food Control*, 22(3-4), 426-429.
- Meza-Nivón, M. (2007). *Compilación de información sobre el conocimiento tradicional de las cactáceas en México*. Convenio INE/ADA-026/2007. Recuperado de <http://www.inecc.gob.mx/>
- Morales, P., Barros, L., Ramírez-Moreno, E., Santos-Buelga, C., & Ferreira, I. C. F. R. (2014). Exploring xoconostle by-products as sources of bioactive compounds. *Food Research International*, 65, Part C, 437-444.
- Morales, P., Ramírez-Moreno, E., Sánchez-Mata, M. de C., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. F. R. (2012). Nutritional and antioxidant properties of pulp and seeds of two xoconostle cultivars (*Opuntia joconostle* F. A. C. Weber ex Duguet and *Opuntia matudae* Scheinvar) of high consumption in Mexico. *Food Research International*, 46(1), 279-285.
- Moussa-Ayoub, T. E., Jaeger, H., Youssef, K., Knorr, D., El-Samahy, S., Kroh, L. W., & Rohn, S. (2016). Technological characteristics and selected bioactive compounds of *Opuntia dillenii* cactus fruit juice following the impact of pulsed electric field pre-treatment. *Food Chemistry*, 210(1), 249-261.

- Nolasco, T. C. (2010). Cactáceas, una alternativa para el rescate económico de pueblos en pobreza extrema. *Semanario de la UAM*, 17(2) 4-5.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *Producción y productos lácteos: Procesamiento de la leche*. Recuperado el 16 de julio de 2016 de <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/procesamiento-de-la-leche/es/#.V3sqfPnhDIU>
- Ozuna, C., Cárcel, J. A., García-Pérez, J. V., Peña, R., & Mulet, A. (2015). Influence of brine concentration on moisture and NaCl transport during meat salting. En G. F. Gutiérrez-López, L. Alamilla-Beltrán, M. del P. Buera, J. Welti-Chanes, E. Parada-Arias, & G. V. Barbosa-Cánovas (Eds.), *Water Stress in Biological, Chemical, Pharmaceutical and Food Systems* (pp. 519-525). New York: Springer.
- Pérez-González, S. 1999. Estudio etnobotánico ecológico y de usos potenciales del garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) como base para su domesticación y cultivo (pp. 15-31). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Ed. Comunicación del Centro, S.A. de C.V.
- Piga, A., Caro, A. D., Pinna, I., & Agabbi, M. (2003). Changes in ascorbic acid, polyphenol content and antioxidant activity in minimally processed cactus pear fruits. *LWT - Food Science and Technology*, 36(2), 257-262.
- Pimienta-Barrios, E., Méndez-Morán, L., Ramírez-Hernández, B. C., García de Alba-García, J. E., & Domínguez-Arias, R. M. (2008). Efecto de la ingestión del fruto de xoconostle (*Opuntia joconostle* Web.) sobre la glucosa y lípidos séricos. *Agrociencia*, 42(6), 645-653.
- Ponce Talancón, H. (2006). La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. *Contribuciones a la Economía*, 12(1), 113-130.
- Porter, M. E., & Porter, M. (1998). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance* (edición: Free Press.). New York: Free Press.
- Rakoto-Ratsimamanga, A., Ratsimamanga-Urverg, S., Check, K., Rabemanantsoa, H. C., Provost, J., & Becquart, J. (2005). Preparation and therapeutic uses of plants and extracts in the *Hylocereus* genus.
- Reyes-Agüero, J. A. (2005). *Variación morfológica de Opuntia (Cactaceae) y su relación con la domesticación en la altiplanicie meridional de México*. (Tesis de doctorado). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rivera, G., Bocanegra-García, V., & Monge, A. (2010). Traditional plants as source of functional foods: a review Plantas tradicionales como fuente de alimentos funcionales: una revisión. *CyTA - Journal of Food*, 8(2), 159-167.
- Saenz, C. (2000). Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. *Journal of Arid Environments*, 46(3), 209-225.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). (2016). Otorga Sagarpa a seis municipios de Guanajuato estatus zoosanitario de fase de erradicación en brucelosis y tuberculosis. Recuperado el 10 de julio de 2016 de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC0049-27.aspx>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (Sagarpa-SIAP). (2016a). *Anuario estadístico de la producción agrícola*, 2014. Recuperado el 4 de julio de 2016 de [http://infoasiap\\_siap.gob.mx/aagricola\\_siap/alcultivo/index.jsp](http://infoasiap_siap.gob.mx/aagricola_siap/alcultivo/index.jsp)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (Sagarpa-SIAP). (2016b). *Producción agrícola y ganadera*. Recuperado el 4 de julio de 2016 de <http://www.siap.gob.mx>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (Sagarpa-SIAP). (2016c). *Resumen estatal pecuario*, 2014. Recuperado el 4 de julio de 2016 de [http://infoasiap\\_siap.gob.mx/anpecuario\\_siapx\\_gobmx/indexmpio.jsp](http://infoasiap_siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/indexmpio.jsp)
- Sagrero-Nieves, L. (1992). Fatty acid composition of mexican pine nut (*Pinus cembroides*) oil from three seed coat phenotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59(3), 413-414.
- Scheinvar, & Sule. (2010). *Probable centro de origen y diversidad genética de los xoconostles de la República Mexicana*. Presentado en el Congreso Mexicano de Botánica. Simposio Centros de Origen.
- Sen, F., Ozer, K. B., & Aksoy, U. (2016). Physical and dietary properties of in-shell pine nuts (*Pinus pinea* L.) and kernels. *American Journal of Experimental Agriculture*, 10(6), 1-9.
- Stintzing, F. C., Schieber, A., & Carle, R. (2003). Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. *European Food Research and Technology*, 216(4), 303-311.
- Tovar-Luna, I. (2009). *Goat production in Mexico-Overview of the industry and its production practices*. Proceedings of the 24th Annual Goat Field Day, Langston University.
- Treviño Siller, S. (1988). Reflexiones sobre el trabajo a domicilio en la zona norte de Guanajuato. *Estudios Sociológicos*, 6(18), 583-601.
- Trujillo, A. J., Capellas, M., Saldo, J., Gerville, R., & Guamis, B. (2002). Applications of high-hydrostatic pressure on milk and dairy products: a review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3(4), 295-307.
- Voloski, F. L. S., Tonello, L., Ramires, T., Reta, G. G., Dewes, C., Iglesias, M., Mondadori, R. G., Gandra, E. A., Da Silva, W. P., & Duval, E. H. (2016). Influence of cutting and deboning operations on the microbiological quality and shelf life of buffalo meat. *Meat Science*, 116(1), 207-212.
- Wolfson, P. (2002). *Herbal composition for improving oral hygiene and methods of using same*. US Patent No. 2002122778. Washington, DC: Patent and Trademark Office.
- Wybraniec, S., & Nowak-Wydra, B. (2007). Mammillariain: A New Malonylated Betacyanin from Fruits of Mammillaria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(20), 8138-8143.
- Zafra-Rojas, Q. Y., Cruz-Cansino, N., Ramírez-Moreno, E., Delgado-Olivares, L., Villanueva-Sánchez, J., & Alanís-García, E. (2013). Effects of ultrasound treatment in purple cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 20(5), 1283-1288.
- Zamudio Ruiz, S. (2012). Diversidad de ecosistemas del Estado de Guanajuato. En *La Biodiversidad en Guanajuato. Estudio de Estado* (Vol. II, pp. 21-55). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE).