



Capítulo 20

Sostenibilidad de la producción de piloncillo en México

| Noé Aguilar Rivera y Luis Alberto Olvera Vargas

Resumen

El piloncillo mexicano, o panela, es un edulcorante antiguo producido en regiones de alta marginación y pobreza, y para su diagnóstico como agroindustria existe una carencia de información académica, estadística y legislativa actualizada para la toma de decisiones. Sin embargo, este producto tiene grandes potencialidades para incrementar su cadena de valor. El objetivo de este trabajo fue describir y analizar los factores que impactan en la transición a la sostenibilidad de la agroindustria del piloncillo en México, empleando una metodología multidisciplinaria de análisis de literatura y trabajo de campo con actores; evaluando aspectos geográficos, tecnológicos y socioeconómicos con datos oficiales, y analizando investigaciones reportadas en diversos medios académicos. El piloncillo mexicano debe reestructurar el proceso productivo de materia prima con énfasis en el cultivo agroecológico u orgánico; tecnificar la producción para obtener diversos productos, tamaños de calidad e inocuidad homogénea de valor comercial; aplicar legislación vigente y gestionar la propia, e incorporar otras opciones, como el turismo agroindustrial, para su sostenibilidad.

Palabras clave: agroindustria, productividad, factores limitantes, oportunidades

Introducción

La producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y sus derivados es una de las principales agroindustrias en países en desarrollo. En México, sexto productor mundial de esta gramínea, se producen los tallos para cuatro propósitos: forrajero y frutal (0,66 %), para semilla (0,2 %), industrial (98,1 %) y para piloncillo (1,04 %). En la zafra 2020/2021, se industrializaron 789.996 ha, con un rendimiento promedio de 64,93 t/ha, con una molienda de 51.292.545 t de caña, para obtener una producción de sacarosa de 5.715.448 t (Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar [Conadesuca], 2021). Con relación a la caña de azúcar para la producción de piloncillo o panela, a nivel nacional existen 12.100 ha, distribuidas principalmente en los estados de Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo, Nayarit, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Puebla y Sonora, con cosechas de 316.800 t, un rendimiento promedio de 31,6 t/ha y un valor de la producción de 8,3 millones de dólares (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2018).

En relación con lo anterior, en México se presenta una diferencia importante en el nivel de consumo de edulcorantes per cápita. Para piloncillo, se estima un consumo de 0,5 kg; para azúcar de caña (blanca popular, estándar, mascabada, etc.), de 36,7 kg, aunque los nuevos edulcorantes, como azúcar de palma, coco, estevia, fruto del monje y, principalmente, jarabe de maíz de alta fructosa están desplazando a los derivados de la caña de azúcar (De la Cruz & Garduño, 2021).

Sin embargo, las cifras de producción de caña de azúcar para piloncillo son fluctuantes debido al nulo interés de los Gobiernos locales, regionales y estatales por sistematizar los datos de producción y la tipología de los productores; además, la producción enfrenta grandes dificultades, como el bajo desarrollo y caracterización de variedades de caña mejoradas, el cultivo de secano y en suelos de baja calidad, los impactos ambientales por la quema de cañaverales, la nula inversión en infraestructura, los

altos costos de producción, la legislación cañera sin aplicación a la producción de piloncillo y la falta de organización y capacitación de los productores (Figueroa-Rodríguez et al., 2016).

Por otra parte, el piloncillo en México se considera aún una artesanía que se produce por la intensa deshidratación o concentración del jugo de caña de azúcar sin centrifugación (Gómez-Narváez et al., 2019). Sin embargo, el piloncillo procede principalmente de materia prima no comprada por ingenios azucareros, es decir, una caña residual, delgada, con alto contenido de fibra, de baja calidad agroindustrial, producida en comunidades de alta marginación social, en regiones indígenas o lomeríos sin acceso a infraestructura civil o logística. El jugo es previamente clarificado, concentrado y moldeado, y tradicionalmente comercializado con diferentes calidades, tonalidades, formas y tamaños (en bloque, granulado o pulverizado) (Lárraga Altamirano et al., 2017). Este producto alimenticio puede considerarse un edulcorante antiguo de alto valor agregado, ya que contiene compuestos beneficiosos para la salud humana (Flórez-Martínez et al., 2021). También, el piloncillo presenta propiedades organolépticas y un valor nutricional superior al de la sacarosa obtenida en ingenios azucareros. Sin embargo, no se incentiva entre los productores de piloncillo la elaboración de otras presentaciones diferentes al cono grande (figura 20.1), granulado o pulverizado (convencional u orgánico), u otros productos artesanales como jarabes, bebidas y destilados.

De acuerdo con Galicia-Romero et al. (2017), el piloncillo mexicano puede presentar diferentes calidades y colores según la región productora, la tecnología de molienda, la incorporación o no de sustancias químicas o naturales —como aditivos—, el material de construcción del trapiche y el proceso de calentamiento y secado-solidificación. El proceso de producción, por lo general, no cuenta con medidas de control de calidad, como buenas prácticas de manufactura y medición de parámetros fisicoquímicos en las etapas de extracción del jugo de caña, concentración del jugo (o meladura) y producto final, para asegurar la homogeneidad, calidad e inocuidad del producto.



Figura 20.1. Piloncillo mexicano tipo cono grande según la calidad (negro, trigueño, café y blanco).

Foto: Noé Aguilar Rivera

Así, el objetivo de este trabajo fue describir y analizar los factores que impactan en la transición a la sostenibilidad de la agroindustria del piloncillo en México, empleando una metodología multidisciplinaria de análisis de literatura y trabajo de campo con actores; evaluando aspectos geográficos, tecnológicos y socioeconómicos con datos oficiales, y analizando investigaciones reportadas en diversos medios académicos.

Metodología

De acuerdo con Koutsos et al. (2019), se hizo una revisión integral como método estructurado para examinar la literatura académica, identificando artículos científicos, libros y capítulos de libro potencialmente elegibles en bases de datos como Web of Science, Scopus, PubMed y Google Scholar, empleando palabras clave como “piloncillo”, “panela”, “non centrifuged sugar”, “Mexican piloncillo”, entre otras, en el contexto mexicano e internacional, en relación con tecnología de producción, actividades económico-productivas, sostenibilidad y aspectos legales. El trabajo de campo se llevó a

cabo con técnicas participativas, en municipios productores de la región Huasteca expertos en elaborar piloncillo con diversos niveles tecnológicos, utilizando una guía de entrevista semiestructurada y el método de bola de nieve (Noy, 2008), lo que permitió delimitar los factores que impactan en la cadena de valor del piloncillo en México, según lo propuesto por Cabrera Martínez y Aguilar Rivera (2019).

Resultados y discusión

Agroindustria del piloncillo

El piloncillo mexicano (del náhuatl *chiancaca*, “azúcar morena”) se ha producido en la región central del estado de Veracruz desde la introducción del cultivo de la caña de azúcar en el año 1519 y el establecimiento del primer “trapiche” de madera en 1524 por Hernán Cortes, conquistador español (Aguilar-Rivera & Olvera-Vargas, 2021). Actualmente, aún existen trapiches en diversos municipios que trabajan con muy bajos niveles tecnológicos y con caña de muy baja calidad, lo que implica un mayor esfuerzo para mejorar los productos finales y optimizar sus procesos (Cabrera Martínez & Aguilar Rivera, 2019). El estado de Veracruz es el principal productor de caña de azúcar en México, el primero en azúcar y el tercero en piloncillo, que se produce en 105 municipios. En contraste, San Luis Potosí es el principal productor de piloncillo, con 17 municipios de la región Huasteca, principalmente Tanlaajás, San Antonio, Huehuetlán, Tancanhuitz, Aquismón, Tampamolón, Tamazunchale y Coxcatlán (figura 20.2).

Los componentes de los molinos son maquilados en hierro fundido, y los de madera o piedra que aún existen se usan en la producción de melados (miel de trapiche), aguardiente o jugos para consumo directo por parte de la familia de los productores y vecinos (figura 20.3).

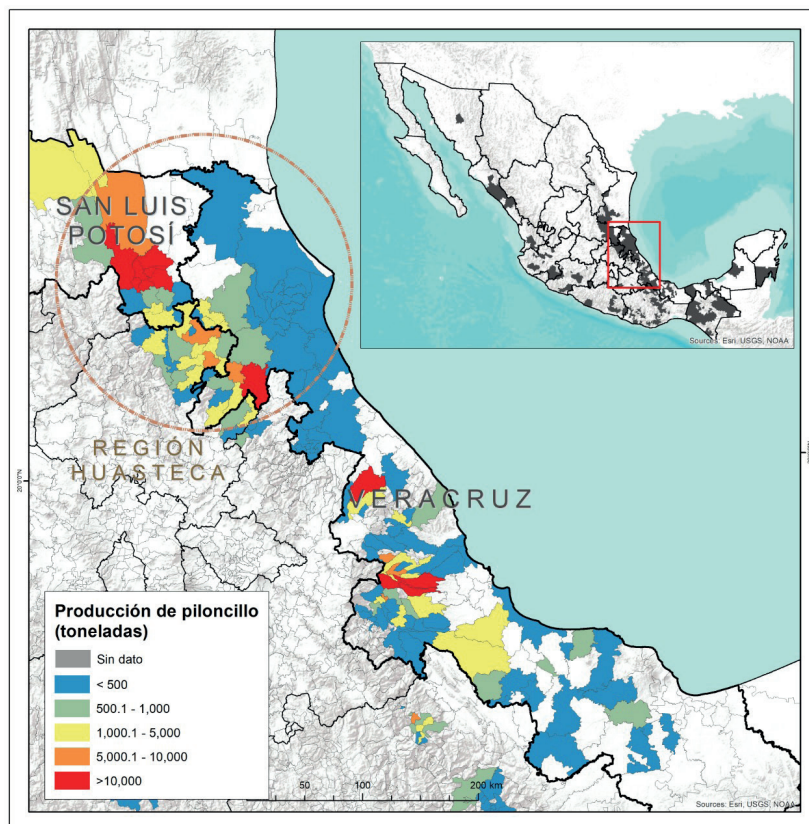


Figura 20.2. Producción de piloncillo en la región Huasteca, San Luis Potosí y Veracruz (México).

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (s. f., 2009)

La agroindustria piloncillera en México es, por lo general, una actividad de supervivencia rural, tradicional y artesanal, y se caracteriza por una producción poco organizada, con baja tecnificación, certificación de calidad y sostenibilidad, en la cual no se lleva a cabo un control de las operaciones técnicas de proceso ni se tienen en cuenta especificaciones de calidad del producto terminado, al no existir políticas públicas para su regulación y para la creación de una cadena de valor (Galicia-Romero et al., 2017).



Figura 20.3. Antigua hacienda piloncillera en Córdoba, Veracruz.

Foto: Noé Aguilar Rivera

Adicionalmente, la falta de difusión de los valores nutricionales y medicinales del piloncillo, sumada a sus tradicionales formas geométricas obsoletas y de bajo nivel comercial, que hacen que se requieran nuevos diseños para darle mayor valor de mercadotecnia, han generado que este producto no pueda competir con el azúcar blanca proveniente de los ingenios. Esta problemática de mercado ha generado que los trapiches no operen de forma continua, por lo que los productores de las zonas rurales

sobreviven de la producción, venta e industrialización de la caña de azúcar de forma estacional (Baca del Moral, 1995).

De acuerdo con Arias Ramírez y Valenciano Salazar (2017), la producción de piloncillo se da en una agricultura más local y rural, basada generalmente en el núcleo familiar, a pequeña y mediana escala, con una orientación de mercado local, lo que hace que, por sus características, genere procesos más sostenibles y con mayor impacto sobre la calidad de vida de la población local, que conserva acervos culturales.

La provisión de materia prima es combinada, pues se da con producción propia y con caña comprada; el rendimiento de piloncillo es medio, y la tecnología es intermedia o baja en la mayoría de los casos. Por lo tanto, el piloncillo en México se estructura como una agroindustria de supervivencia, en la cual se reflejan diversas problemáticas, como 1) el bajo uso de tecnología y el deficiente manejo del cultivo, la cosecha, el transporte y la transformación, lo que afecta la calidad del piloncillo; 2) la estacionalidad de la producción y la competencia con el azúcar y otros edulcorantes como productos sustitutos, lo cual incide en los precios de venta; 3) la débil cultura de asociatividad y empoderamiento de los productores; 4) la poca capacidad de articulación entre los actores de la cadena de valor, lo que afecta la organización gremial de los piloncilleros, y, por último, 5) la falta de estrategias comerciales y de mercadotecnia (Nieto Rivera & Cruz Carrasco, 2016).

Los principales centros de consumo de piloncillo se encuentran en Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara. Los actores directos de esta agroindustria son los productores de caña para ingenios azucareros y de caña piloncillera, los dueños de los trapiches y los intermediarios del sistema de transporte de la caña y del producto final en todas sus presentaciones (Servín Juárez et al., 2018).

Legislación de la agroindustria del piloncillo mexicano

Anteriormente, el Decreto Cañero de 1943, expedido el 29 de marzo de 1944, fijaba el precio de la caña para la fabricación de azúcar, alcoholes, aguardiente y piloncillo que se producía en los trapiches (Secretaría de Gobernación [Segob], s. f.).

Los productores de caña tenían una participación del 25 % del valor neto de las mieles finales, y el mismo valor en la producción de alcohol. Los precios los determinaba la Unión Nacional de Productores de Azúcar, que tenía a su cargo la venta y comercialización del azúcar, las mieles finales y el alcohol. También había un precio para el piloncillo que se producía en los trapiches.

Posteriormente, el Decreto Cañero del 24 de octubre de 1975 declaró de interés público la siembra, cultivo, cosecha e industrialización de la caña de azúcar. En sus considerandos, se establece incrementar la producción de artículos de primera necesidad o de consumo necesario (azúcar), el pago de la materia prima (caña), que la zona de influencia del ingenio se constituya como una unidad económica agrícola que permita abatir los costos (zonas de abastecimiento), el pago total de la caña por un solo concepto y en relación con su calidad derivada del contenido de sacarosa, sin considerar otros usos para la caña, como el piloncillo y el alcohol (Segob, s. f.).

Actualmente, el Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar (Pronac), en sus versiones 2007-2012, 2014-2018 y 2021-2024, así como la Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar de 2005 del Gobierno Federal, no consideran al piloncillo como parte de la cadena de valor de la agroindustria de la caña de azúcar de México. Por lo tanto, actualmente no hay una legislación para la cadena de valor del piloncillo mexicano.

Producción de piloncillo

De acuerdo con Nieto Rivera y Cruz Carrasco (2016), entre los factores por considerar en la determinación de la productividad de un trapiche como sistema socioeconómico rural, se tienen los siguientes:

1. Superficie cañera cultivada por unidad productiva (rancho o terreno): los terrenos, por lo general, tienen una superficie menor a 1 ha y están ubicados en laderas.
2. Rendimiento de campo o agroindustrial de tallos de caña y sacarina en jugo: la productividad se ubica alrededor de 20-30 t/ha, debido a que se emplean variedades o cultivares muy antiguos o porque no hay ningún tipo de manejo del cultivo, por lo que se presenta una baja calidad de la materia prima.
3. Frecuencia de molienda en los trapiches (número de moliendas por año, con duración semanal o diaria): depende exclusivamente de la temporada de festividades religiosas de fin de año. La molienda comienza en octubre y termina en febrero.
4. Producción de tipos de piloncillo, tecnología empleada, normatividad sanitaria aplicada y manejo de subproductos: dependen del mercado; regionalmente, se produce piloncillo con baja tecnología, y para la exportación, en menor grado, se emplean altas tecnologías y normas sanitarias y de calidad, como la NMX-F-596-SCFI-2016, "Piloncillo 100 % de jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) - Especificaciones y métodos de prueba".
5. Calidad del piloncillo (baja, media y alta): aún no existe una norma oficial mexicana regulatoria, por lo que la variabilidad es alta.
6. Empaquetado, etiquetado, almacenamiento y vida en anaquel: es determinado por el lugar de fabricación, la fecha y el mercado de destino.
7. Mercado de destino (local, regional, nacional o internacional).

En cuanto al proceso convencional aplicable en México, Ferrer Cruz et al. (2013) y Solís Pacheco et al. (2006) concluyen que para obtener 1 t de piloncillo se requieren de 10 a 12 t de materia prima (caña de azúcar). Se diferencian tres fases técnicas: a) extracción del jugo de la caña mediante la molienda; b) evaporación del jugo de la caña con bagazo como combustible, y c) moldeado del piloncillo. La vida de anaquel del piloncillo, como producto final, es de 7-8 meses, dependiendo de las condiciones ambientales y de la infraestructura del lugar de almacenamiento.

Los compradores de piloncillo demandan que este se encuentre en cajas de cartón con capacidad de 28 a 30 kg. Se comercializa, según los productores de diversas regiones de México, en tres presentaciones, tipos, calidades o colores de piloncillo, de lo cual depende su precio de venta. El piloncillo moreno es el de más baja calidad; el piloncillo comercial, de color café, es de calidad intermedia; el piloncillo de primera, de color claro y consistencia dura, es el de mejor calidad. Así pues, la calidad del piloncillo se mide por su color y textura: a mayor claridad y dureza, mejor producto (Galicia-Romero et al., 2017).

Se ha demostrado que el piloncillo tiene propiedades medicinales y una actividad antioxidante potencial debido a la presencia de compuestos polifenólicos en el jugo de caña (Zidan & Azlan, 2022). Sin embargo, la producción piloncillera, si bien proporciona beneficios al medio rural, se encuentra aislada al no contar con una adecuada asistencia técnica, tecnológica o financiera, tanto en producción como en transformación, y en muchas regiones su producción es marginal.

Las variaciones durante el proceso de producción son las que dan origen a uno u otro tipo de piloncillo, siendo el negro o industrial el de mayor producción, pues su proceso es menos complejo y más económico; su presentación es el tradicional bloque en cono (figura 20.1). El piloncillo granulado, por su parte, es generado a partir de incorporaciones tecnológicas para obtener piloncillo en polvo; este último se registra como un sistema alternativo para las familias

rurales de la región. Los productores siguen una estrategia de agricultura familiar diversificada, en la que la producción y siembra de la caña de azúcar es solo una de las actividades relacionadas con el sector agropecuario a las que tienen que recurrir para complementar su ingreso familiar (Cuevas Reyes et al., 2017).

El uso gastronómico del piloncillo es amplio, pues se utiliza como endulzante de bebidas y para salsas, conservas, repostería, mermeladas y platos regionales. Sin embargo, en México no existe una norma oficial que defina la calidad del piloncillo, por lo que se dificulta el posicionamiento de un mercado que ayude a desarrollar el producto, lo que genera conflictos en cuanto a la calidad entre los estados productores; de esta forma, cada trapiche elabora su producto de acuerdo con la tradición familiar y las particularidades de la demanda local (Camarena-Gómez, 2014).

El desarrollo de nuevas presentaciones es una de las estrategias para promover la sostenibilidad de la agroindustria de la panela. El producto granulado tiene ventajas en comparación con la presentación en bloques, ya que es homogéneo, más fácil de medir, más estable durante el almacenamiento y más soluble (Rodríguez-Campos, 2017).

En general, el piloncillo granulado se compone casi exclusivamente de azúcares (principalmente sacarosa), más una mínima cantidad de otros componentes (agua, cenizas, proteínas y sólidos insolubles) y la presencia de un importante grupo de minerales (K, Ca, P, Mg, Na, Fe, Mn, Zn y Cu) (Gobierno del Estado de Veracruz, 2021). Por otro lado, dada la alta variabilidad encontrada principalmente en las panelas granuladas artesanales, se recomienda la generación y adaptación de tecnología básica que conduzca a la estandarización del proceso, considerando los requisitos mínimos de calidad (Guerra & Mujica, 2010).

Acciones prospectivas para la sostenibilidad

El piloncillo mexicano, en la mayoría de los casos, no presenta condiciones idóneas para su sostenibilidad. Los actores de la cadena enfatizaron en tres aspectos que podrían ayudar en esta tarea:

- a. Incorporar el manejo agroecológico u orgánico de la caña de azúcar con insumos locales o regionales, buenas prácticas agrícolas, cosecha en verde y conocimiento técnico de universidades y centros de investigación.
- b. Establecer, según el nivel tecnológico y las buenas prácticas de manufactura, diversas presentaciones, formas y calidades de piloncillo, de acuerdo con la cultura e idiosincrasia regional, sin perder su carácter artesanal, tradicional y regional; asimismo, diversificar los productos del trapiche, como miel o jarabe de caña, aguardiente, ron, compostas con cachazas y el bagazo excedente, entre otros.
- c. Diseñar estrategias con los actores en busca de que el trapiche se establezca como bien cultural, mediante el agroturismo, la creación de museos, la generación de rutas de la caña y el piloncillo, entre otras.

Sin embargo, al respecto de la baja sostenibilidad, se establece que la falta de una Norma Oficial Mexicana integral para la cadena de valor del piloncillo les ha impedido a los productores ser beneficiarios de una serie de programas y acciones institucionales, como el mejoramiento de la producción agroecológica u orgánica de la caña de azúcar, el financiamiento, la adopción de nuevas tecnologías, la adquisición de maquinaria moderna, la certificación y la búsqueda de mercados relacionados con diversas industrias fabricantes de alimentos y bebidas artesanales alcohólicas.

El piloncillo es un producto arraigado en la cultura, en la forma de vida, y constituye el principal ingreso económico de muchas unidades familiares y comunidades indígenas con altos índices de marginación y pobreza (Moctezuma, 2006). Baca del Moral et

al. (2010) concluyeron que es imprescindible que los piloncilleros desarrollen capacidades productivas y competitivas por medio de la capacitación, la transferencia tecnológica, la adopción y adaptación de sistemas de acopio y comercialización y el financiamiento, pero también a través de esquemas organizativos y de cooperación tendientes a fortalecer su capital social, mediante la acción colectiva.

El principal desafío en el análisis de la cadena de valor del piloncillo es identificar y proponer alternativas para lograr un crecimiento sostenible en los aspectos económicos, ambientales y sociales de todos los actores involucrados, especialmente en las áreas más vulnerables y aisladas, como es el caso de muchos pequeños productores de piloncillo en México.

Conclusiones

La cadena productiva del piloncillo en México no cuenta con una certeza jurídica para regular la calidad en su producción y comercialización, así como tampoco ha incorporado innovaciones tecnológicas para incrementar y diversificar la producción en el trapiche. Por lo anterior, se requieren investigaciones multidisciplinarias para analizar el impacto de los recursos tecnológicos, las capacidades y las dinámicas del territorio, con el fin de determinar cómo se pueden generar estrategias locales para la supervivencia y el sostenimiento de la producción piloncillera en el desarrollo de las economías locales y campesinas en donde esta producción se da, ya que con ello se propiciarían el desarrollo de los municipios y la sostenibilidad.

Referencias

- Aguilar-Rivera, N., & Olvera-Vargas, L. A. (2021). Innovations for sustainable production of traditional and artisan unrefined non-centrifugal cane sugar in Mexico. En W. Leal Filho, E. V. Krasnov, & D. V. Gaeva (Eds.), *Innovations and traditions for sustainable development* (pp. 313-330). Springer.

- Arias Ramírez, J., & Valenciano Salazar, J. A. (2017). La cadena de valor de la panela y el fortalecimiento de la agricultura familiar en Costa Rica. *ABRA*, 37(55), 1-13. <http://revistas.una.ac.cr/index.php/abra/article/viewFile/9776/11768>
- Baca del Moral, J. (1995). La producción piloncillera en la Huasteca potosina. *Revista de Geografía Agrícola*, 21, 89-96.
- Baca del Moral, J., Pacheco Aparicio, A., Quintero Peralta, M. A., Piza Pano, J. L., & Fabien, C. (2010). El sistema agroindustrial localizado de piloncillo en la Huasteca potosina. *Textual*, (56), 137-156. <https://biblat.unam.mx/es/revista/textual-chapingo/articulo/el-sistema-agroindustrial-localizado-de-piloncillo-en-la-huasteca-potosina>
- Cabrera Martínez, H., & Aguilar Rivera, N. (2019). Competitividad de la agroindustria del piloncillo en la zona central de Veracruz. *Textual*, (73), 297-330. <https://doi.org/10.5154/r.textual.2018.73.09>
- Camarena-Gómez, D. M. (2014). Los alimentos tradicionales como alternativa de turismo rural: el caso de Ures, Sonora. *Agro Productividad*, 7(4). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/537>
- Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (Conadesuca). (2021, 11 de febrero). 8.º Informe Estadístico del Sector Agroindustrial de la Caña de Azúcar en México. Zafras 2011-2012 / 2020-2021. <https://www.gob.mx/conadesuca/es/articulos/8-informe-estadistico-del-sector-agroindustrial-de-la-cana-de-azucar-en-mexico?idiom=es>
- Cuevas Reyes, V., Baca del Moral, J., Borja Bravo, M., Grass Ramírez, J. F., & Rivera Martínez, G. (2017). Agricultura familiar y tecnología para la elaboración de piloncillo granulado en la comunidad de Aldzulup Poytzén, San Luis Potosí. *Nova Scientia*, 9(19). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052017000200481
- De la Cruz, L., & Garduño, J. (2021). Bebidas azucaradas: la batalla contra el sobrepeso y la obesidad en México. *Revista Digital Universitaria*, 22(3). https://www.revista.unam.mx/wp-content/uploads/v22_n3_a6.pdf
- Ferrer Cruz, J. E., Moras Sánchez, C. G., Fernández Cueto, M. J., & Álvarez Palafox, C. (2013). Aplicación de simulación para el incremento de la productividad de una empresa generadora de panela en la ciudad de Tuxtepec, Oaxaca. *Revista de la Ingeniería Industrial*, 7(1), 13-20. <https://docplayer.>

es/29065994-Aplicacion-de-simulacion-para-el-incremento-de-la-productividad-de-una-empresa-generadora-de-panela-en-la-ciudad-de-tuxtepec-oaxaca.html

- Figueroa-Rodríguez, K. A., Figueroa-Sandoval, B., Hernández-Rosas, F., & Morales-Morales, L. A. (2016). ¿Para quién producir caña de azúcar? Diferencias a nivel municipal en México. *Agro Productividad*, 9(11), 83-89. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/850>
- Flórez-Martínez, D. H., Contreras-Pedraza, C. A., & Rodríguez, J. (2021). A systematic analysis of non-centrifugal sugar cane processing: Research and new trends. *Trends in Food Science & Technology*, 107, 415-428. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.011>
- Galicia-Romero, M., Hernández-Cázares, A. S., Debernardi de la Vequia, H., Velasco-Velasco, J., & Hidalgo-Contreras, J. V. (2017). Evaluación de la calidad e inocuidad de la panela de Veracruz, México. *Agro Productividad*, 10(11). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/68>
- Gobierno del Estado de Veracruz. (2021). *Monografía del piloncillo*. <https://siiba.conadesuca.gob.mx/siica/Consulta/verDoc.aspx?num=411>
- Gómez-Narváez, F., Mesías, M., Delgado-Andrade, C., Contreras-Calderón, J., Ubillús, F., Cruz, G., & Morales, F. J. (2019). Occurrence of acrylamide and other heat-induced compounds in panela: Relationship with physicochemical and antioxidant parameters. *Food Chemistry*, 301, artículo 125256. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125256>
- Guerra, M. J., & Mujica, M. V. (2010). Physical and chemical properties of granulated cane sugar "panelas". *Food Science and Technology*, 30(1), 250-257. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010005000012>
- Koutsos, T. M., Menexes, G. C., & Dordas, C. A. (2019). An efficient framework for conducting systematic literature reviews in agricultural sciences. *Science of The Total Environment*, 682, 106-117. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.354>
- Lárraga Altamirano, H. R., Espinosa Guerra, O., Piedad Rubio, A. M., & Hernández Hernández, P. (2017). Modelo de segmentación de imágenes para sistema de evaluación de color del piloncillo. *Tectzapic*, (2). <https://ideas.repec.org/a/erv/tectza/y2017i214.html>
- Moctezuma, P. (2006). Los teenek productores de piloncillo de San José Peketzén, Tancanhuitz: la construcción de una identidad étnica en la Huasteca potosina. *Relaciones: Estudios de Historia y Sociedad*, 27(106), 153-182. <https://www.redalyc.org/pdf/137/13710606.pdf>

- Nieto Rivera, E., & Cruz Carrasco, C. (2016). Cultura organizacional en las unidades de producción rural de piloncillo en la región de Huatusco. *Journal of Agriculture and Animal Sciences*, 5(2). <https://doi.org/10.22507/jals.v5n2a4>
- Noy, C. (2008). Sampling knowledge: The hermeneutics of snow-ball sampling in qualitative research. *International Journal of Social Research Methodology*, 11(4), 327-344. <https://doi.org/10.1080/13645570701401305>
- Rodríguez-Campos, J. (2017). Innovaciones en el trapiche panelero: la producción de panela granulada. *Agro Productividad*, 10(11). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/67>
- Secretaría de Gobernación (Segob). (s. f.). Diario Oficial de la Federación. <http://dof.gob.mx>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (s. f.). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2009). *Padrón de Productores de Caña de Azúcar (Zafra 2006-2007)*. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación (Sagarpa).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2018, 19 de julio). Piloncillo: endulzante artesanal que conquista el paladar. <https://www.gob.mx/siap/articulos/piloncillo-endulzante-artesanal-que-conquista-el-paladar?idiom=es>
- Servín Juárez, R., Cruz Carrasco, C., Hidalgo Contreras, J. V., Ramírez Calderón, G., & Ramos Soto, A. L. (2018). Factores críticos en la administración de trapiches de la región de Huatusco, Veracruz. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 42, 919-928. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14156175011>
- Solís Pacheco, J. R., Pérez Martínez, F., Orozco Ávila, I., Flores Montaña, J. L., Ramírez Romo, E., Hernández Rosales, A., & Aguilar Uscanga, B. (2006). Descripción de un proceso tecnificado para la elaboración de piloncillo a partir de caña de azúcar. *e-Gnosis*, (4) <https://www.redalyc.org/pdf/730/73000401.pdf>
- Zidan, D., & Azlan, A. (2022). Non-centrifugal sugar (NCS) and health: A review on functional components and health benefits. *Applied Sciences*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/app12010460>

