

Caracterización de aguamiel y jarabe de agave originario del Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala.

Espíndola-Sotres, Valeria; Trejo-Márquez Ma. Andrea*; Lira-Vargas A. Adela; Pascual-Bustamante, Selene

Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales. Centro de Asimilación Tecnológica. Av. Dr. Jorge Jiménez Cantú S/N, Col. San Juan Atlamica, Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx. México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. * andreatrejo@unam.mx

RESUMEN:

La caracterización de aguamiel y jarabe de agave se realizó de la región del centro del país (Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala) para determinar la calidad y uso potencial de los subproductos del maguey pulquero (*Agave salmiana*) como edulcorantes. Los parámetros determinados fueron: sólidos solubles totales, índice de refracción, pH, acidez, carbohidratos, proteína, humedad, cenizas, fenoles totales, capacidad antioxidante, hidroximetilfurfural, color y conteo de microorganismos. El aguamiel de las regiones de Hidalgo y Tlaxcala se clasificó como tipo I, y el proveniente del Estado de México como tipo II. El jarabe de agave de la región Hidalgo no cumplió con el valor de pH especificado por la norma (NMX-V-022-1972). Los productos originarios del Estado de México presentaron la mayor actividad antioxidante ($20.95 \pm \mu\text{mol}$ de equivalente de Trolox/g) y contenido de fenoles (19.21 ± 0.07 mg ácido gálico/g). Los productos de la región de Tlaxcala mostraron el mayor contenido de proteína ($3.69\% \pm 0.5$) y menor contenido de HMF (19.54 ± 0.32 mg/Kg). Ninguno de los jarabes cumplió con el mínimo en °Brix (74) y contenido de carbohidratos (70%). No se encontró diferencia significativa con respecto al índice de refracción. Las muestras de aguamiel presentaron carga de microorganismos superior a 250UFC sin embargo en las muestras de jarabe de agave no hubo crecimiento de microorganismos, se confirmó la ausencia de *Salmonella* y *E. coli* en jarabe de agave y aguamiel.

Palabras clave: *Agave Salmiana*, jarabe de agave, aguamiel, edulcorante.

ABSTRACT:

The characterization of hydromel and agave syrup was carried out in the central region of the country (Estado de México, Hidalgo and Tlaxcala) to determine the quality and potential use of by-products of the maguey pulquero (*Agave salmiana*) as sweeteners. The parameters determined were: total soluble solids, refractive index, pH, acidity, carbohydrates, protein, humidity, ashes, total phenols, antioxidant capacity, hydroxymethylfurfural, color and microorganism counts. The mead of the Hidalgo and Tlaxcala regions was classified as type I, and the one from the State of Mexico as type II. The agave syrup of the Hidalgo region did not meet the pH value specified by the standard (NMX-V-022-1972). The products originating from the State of Mexico had the highest antioxidant activity ($20.95 \mu\text{mol}$ Trolox equivalent / g) and phenol content ($19.21-0.07$ mg gallic acid / g). The products of the Tlaxcala region showed the highest protein content ($3.69\% \pm 0.5$) and lower HMF content (19.54 ± 0.32 mg / kg). None of the syrups met the minimum in ° Brix (74) and carbohydrate content (70%). No significant difference was found with respect to refractive index. The mead samples presented microorganism load higher than 250 UFC. However, in agave syrup samples there was no growth of microorganisms, the absence of *Salmonella* and *E. coli* in agave syrup and mead was confirmed.

Key words: *Agave salmiana*, agave syrup, aguamiel, sweetener.

INTRODUCCIÓN

El maguey pulquero (*Agave salmiana*) es una planta de la familia *Agavaceae* con hojas gruesas llamadas pencas que posee una espina grande en la punta, crece en el clima semiseco y frío de la altiplanicie mexicana. En el país se encuentran sembradas 3 mil 280 hectáreas de esta variedad de agave (SAGARPA, 2014). Esta variedad se utiliza principalmente para la producción de aguamiel y pulque, aunque tiene innumerables aplicaciones. Se conoce como aguamiel a la savia que exuda la piña del maguey pulquero tras haber sido raspado, producida de manera natural por hidrólisis de sus fructanos y es la materia básica con la que se fabrica el pulque. También conocido como: tlachique, néctar de agave o hidromiel (NMX-V-022-1972). Se le adjudican propiedades benéficas como: suplemento alimenticio, probiótico y diurético además de ser una bebida con bajo índice glucémico (Segura, 2006). Sin embargo su vida útil es aproximadamente de 2 horas a temperatura ambiente, debido a que es un producto altamente susceptible a fermentación se destina principalmente a la elaboración de pulque, aunque otra de sus aplicaciones es la elaboración de jarabes fructosados. El jarabe de agave es el producto acuoso de sabor dulce y consistencia viscosa obtenido de la hidrólisis térmica de los fructanos provenientes del agave, éste no debe contener aditivos alimentarios, almidones, melazas, glucosa, dextrinas, fructosa u otros azúcares de otro origen. También es conocido como: Sirope o miel de agave (NMX-FF-110-SCFI-2008). En la actualidad se comercializan únicamente jarabes extraídos del Agave azul y es utilizado como “sustituto de azúcar”.

En México hay 26 estados donde se cultiva maguey, de acuerdo con el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (2013), los principales productores son Hidalgo, Tlaxcala y el Estado de México ocupando el 1°, 3° y 4° respectivamente, de ahí la importancia de obtener muestras de aguamiel y jarabe de agave de estas regiones del país y evaluarlas para determinar si existen diferencias en la composición de los productos derivados de acuerdo a las condiciones climáticas de cada estado. A pesar de que el maguey ha representado uno de los recursos naturales de mayor importancia desde el punto de vista económico, social y agroecológico, remontándose a la época prehispánica (García y col., 2010), no todos los subproductos han sido aprovechados tecnológicamente. El objetivo de este trabajo fue la caracterización de aguamiel y de jarabe de agave procedente de la región centro del país (Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala) para determinar la calidad y uso potencial de los subproductos del maguey pulquero (*Agave salmiana*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de muestras. Las muestras de aguamiel se recolectaron recién extraídos de la planta y se almacenaron en refrigeración a 4°C para evitar el proceso de fermentación. Las muestras de jarabe de agave se mantuvieron almacenadas a temperatura ambiente.

Caracterización fisicoquímicos y química de muestras de aguamiel y jarabe de agave.

El pH se determinó de acuerdo a la NMX-V-041-1972; la acidez mediante la titulación volumétrica; los sólidos solubles totales y el índice de refracción se determinaron por medio de un refractómetro digital.

La determinación de proteína fue por el Método de Lowry, se determinó espectrofotométricamente la intensidad de color a 750nm (García y Vázquez, 1998). Los carbohidratos de acuerdo al método de Lane & Eynon (NOM-086-SSA1-1994) y el Hidroximetilfurfural (HMF) se llevó a cabo siguiendo el Método de Carrez, por espectrofotometría en la región de UV (NMX- FF- 110- SCFI- 2008). Los fenoles totales se cuantificaron por el método de Folin-Ciocalteu determinados espectrofotométricamente a 765 nm (García-Martínez y col., 2015). La determinación de Capacidad antioxidante por el método de ABTS (Kuskoski y col., 2004).

Parámetros físicos y microbiológicos. La medición objetiva del color se realizó mediante un Colorímetro de la marca Minolta, se determinó el tono y espectro de color mediante las coordenadas en la escala CieLab de cada una de las muestras. Los parámetros microbiológicos se llevaron a cabo por medio de un conteo de bacterias mesófilas, coliformes y mohos y levaduras de acuerdo a la NOM-092- SSA1-1994, NOM-013- SSA1-1994 y NOM-111-SSA1-1994, respectivamente. La ausencia/Presencia de *Salmonella* y *E. Coli* se realizó utilizando un medio diferenciado CHROMagar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.1. Caracterización fisicoquímica del aguamiel

De acuerdo con las regiones (Tabla 1), el valor de pH de aguamiel del Estado de México fue 25% menor que las muestras de la región de Tlaxcala y a su vez 31.71% menor que el aguamiel de Hidalgo, aunque de acuerdo con Sánchez y Hope (1953) el aguamiel normalmente tiene un pH alcalino cercano a 8. Se encontró diferencia significativa en el valor de pH, fue 12.2% menor en el caso de aguamiel con respecto al jarabe de agave. Existió diferencia significativa en la acidez de las muestras de aguamiel siendo éste hasta 2 veces mayor que la exhibida por el jarabe de agave, esto se debió principalmente a que la acidez del aguamiel es resultado del proceso natural de fermentación (Campos, 2002). En el caso de los sólidos solubles no se encontró diferencia significativa entre las regiones de Estado de México y Tlaxcala en aguamiel, por lo que se concluye que la región no influye directamente en la concentración de sólidos solubles, de acuerdo con Ortiz y col. (2008), es la edad del agave la cual afecta principalmente en la cantidad de solubles totales que se obtienen en el aguamiel. Los valores más altos de sólidos solubles se presentan cuando hay sequía y disminuyen cuando se recolecta el aguamiel en época de lluvia. No existió diferencia significativa con respecto al índice de refracción, este resultado va de la mano con la concentración de sólidos solubles en la muestra, sin embargo estos datos difieren de lo reportado por Flores y col. (2008).

Tabla 1. Parámetros experimentales de muestras de aguamiel

Parámetro	Muestras			
	AGUAMIEL			
Región	Edo. Méx.	Hidalgo	Tlaxcala	
pH	4.37±0.01a	6.40±0.02b	5.82±0.02c	
Acidez	0.21% ±0.0043a	0.08% ±0.0021b	0.03% ±0.0043c	
°Brix	13.33±0.58a	15.67±0.15b	13.33±0.58a	
IR	1.3341 ±0.0001a	1.3342 ±0.0001a	1.3337 ±0.0001a	
Proteína	3.18%±0.5b	3.03%±0.4a	3.35%±0.15c	
A. R. totales	10.74%±0.11b	10.32%±0.13a	11.1%±0.26c	
Capacidad Antioxidante	5.39±0.58c	5.15±0.58a	5.24±0.7b	
Fenoles	7.01±0.07a	6.95±0.49a	6.97±0.07a	
Color	L	39.43±0.05a	43.32±0.15c	39.77±0.5b
	a	5.86±0.015c	1.32±0.2b	0.55±0.12a
	B	16.6±0.02c	8.74±0.2b	0.67±0.05a

Las letras diferentes en cada fila representa diferencia significativa.

1.2 Caracterización química del aguamiel

Las muestras provenientes de Tlaxcala mostraron mayor contenido de proteínas hasta 10% para el aguamiel. De acuerdo con Silos y col. (2005) las hojas de maguey contienen 3.03 % de proteína disponible, dato que es coherente con los resultados que se obtuvieron. Algunos factores que afectan el contenido de azúcares en el aguamiel, tiene que ver con la hora de recolecta, así en las mañanas es donde mayor producción se obtiene de aguamiel, también la diferencia de temperaturas registradas en un mismo día, ya que influye de manera directa en los procesos fisiológicos (Ruiz y col., 2000). La muestra de aguamiel del estado de Hidalgo fue menor hasta un 2% con respecto de la media. sin embargo no se observó diferencia significativa entre las muestras de aguamiel con respecto a las diferentes regiones. De acuerdo con Cabrera y col. (2003) el contenido de fenoles en muestras de aguamiel 1.5 veces mayor que el té negro de la India. La capacidad antioxidante está relacionada con el contenido de fenoles, y comparado con la literatura, los resultados del aguamiel es hasta 42% menor con respecto al reportado para agave fresco (Phillips y col., 2009).

1.3 Caracterización física y microbiológica del aguamiel

De manera cualitativa cada una de las muestras fue diferente y se encontró diferencia significativa en el color, ya que se ve afectado por los sólidos disueltos y coloides presentes en la muestra, sin embargo no es un parámetro que la calidad dentro de la Norma NMX-V-022-1972.

A pesar que la norma vigente no especifica parámetros microbiológicos del producto se determinó la carga de microorganismos y se encontró en el caso de las muestras de aguamiel la presencia de bacterias mesófilas, coliformes, mohos y levaduras >250UFC. Esto se debió a las condiciones ambientales durante su recolección además de ser un producto altamente susceptible al ataque microbiano debido al elevado contenido de agua y componentes orgánicos. De acuerdo con Segura (2006), la microbiota natural del aguamiel permite la fermentación alcohólica que da como resultado el pulque. Al hallar colonias de bacterias coliformes se realizó la prueba para determinar presencia de *Salmonella* y *E. coli*, sin embargo el resultado fue negativo.

1.4 Caracterización fisicoquímica del jarabe de agave

El pH contribuye a la estabilidad del jarabe evitando el desarrollo de microorganismos. La muestra de jarabe del Estado de México fue 16% menor que la región de Tlaxcala y 27% menor que el jarabe de Hidalgo. Con respecto al contenido de acidez, el jarabe de agave proveniente del Estado de México fue 2 veces mayor que las muestras de Tlaxcala y 5 veces mayor que el proveniente del estado de Hidalgo. Estos valores no concordaron con los resultados reportados por Campos (2002). En el caso de los sólidos solubles no se encontró diferencia significativa entre las regiones de Estado de México y Tlaxcala. La cantidad de sólidos aumentan debido a la etapa de evaporación durante el proceso de elaboración. Sin embargo, las muestras de jarabe no cumplieron con el mínimo de °Brix que especifica la norma mexicana vigente. No existió diferencia significativa con respecto al índice de refracción, este resultado va de la mano con la concentración de sólidos solubles en la muestra.

1.5 Caracterización química del jarabe de agave

Las muestras provenientes de Tlaxcala mostraron mayor contenido de proteínas con respecto a la media. De acuerdo con los resultados (Tabla 2) se infiere que el contenido de proteína no se degrada durante la etapa de evaporación para obtener jarabe a partir del aguamiel. El jarabe del Estado de México mostró mayor contenido de carbohidratos hasta 6.5% con respecto al proveniente de Hidalgo y a su vez 30% que el estado de Tlaxcala. Sin embargo, comparando este parámetro con la NMX-FF-110-SCFI-2008, se encontró que independientemente de la región no cumplieron con el contenido mínimo de carbohidratos (70%). El jarabe de agave fue 80% mayor en el contenido de carbohidratos debido al proceso de evaporación. Se encontró diferencia significativa de acuerdo a las regiones, siendo el jarabe de agave de la región de Tlaxcala el cual presentó hasta 2.2% menor contenido de este furfural, por el contrario el jarabe elaborado en Hidalgo mostró hasta un 4.5% de mayor contenido. Este compuesto aparece en forma espontánea y natural debido al pH ácido, la cantidad de agua y a la composición rica en monosacáridos, aumentando su concentración con el tiempo y otros factores como la temperatura (Subovsky y col., 2000). El contenido de Hidroximetilfurfural fue un indicador de enranciamiento del jarabe y se le atribuye la disminución de los carbohidratos, ya que es uno de los compuestos formado por la degradación de los productos azucarados, en particular por deshidratación de la fructosa (López y col., 2004). En el caso del contenido de fenoles el jarabe proveniente del Estado de México fue 13.4% mayor que el promedio; siendo las muestras de la región de Hidalgo las que mostraron hasta 22% menor contenido de fenoles. De acuerdo con Cabrera y col. (2003) el contenido de fenoles en muestras de jarabe fue hasta 4 veces mayor que el té negro de la India, por lo que surge la oportunidad de enfocarse en la bioactividad de los compuestos presentes en el jarabe de agave. Con respecto a la capacidad antioxidante mostrada por el jarabe de agave, se encontró diferencia significativa con respecto a las regiones, la muestra del Estado de México fue mayor en 7.78% que la muestra originaria de Hidalgo. Comparado con la literatura, la capacidad antioxidante del jarabe de agave es hasta 50% mayor con respecto al agave fresco (Phillips y col., 2009). La capacidad antioxidante aumentó significativamente debido a la concentración de azúcares reductores, como en el caso de miel de abeja (Muñoz y col., 2007).

1.5 Caracterización física y microbiológicas del jarabe de agave

Se encontró diferencia significativa en el color las muestras aunque no fue un parámetro determinante para evaluar el jarabe de agave, de acuerdo con la NMX- 110- SCFI-2008, la gama de color va desde cristalino, ámbar claro a café oscuro, ya que éste parámetro se ve afectado por las temperaturas de calentamiento durante el proceso de elaboración. No se hubo crecimiento de microorganismos, esto se debe al pH ácido de la muestra y a su alto contenido en carbohidratos, se determinó que las muestras de jarabe de agave cumplen con lo establecido en la NMX-FF-110-SCFI- 2008. Los resultados se reportaron como <250UFC.

Tabla 2. Parámetros experimentales de muestras de jarabe de agave

Parámetro	Muestras			
	JARABE DE AGAVE			
Región	Edo. Méx.	Hidalgo	Tlaxcala	
pH	5.29±0.03a	7.31±0.04c	6.3±0.03b	
Acidez	0.10% ± 0.02a	0.05% ±0.05b	0.02% ±0.0043c	
°Brix	70.33±0.02b	63.33±0.58a	70.33±0.58b	
IR	1.3444 ±0.0001a	1.3442 ±0.0001a	1.344 0±0.0001a	
Proteína	3.31%±0.38b	3.07%±0.2a	3.69%±0.5c	
A. R. totales	63.69%±0.31c	59.55%±0.81b	44.17%±0.29a	
HMF	20.42±0.21b	21.36±0.56c	19.54±0.32a	
Capacidad Antioxidante	20.95±0.58a	19.32±0.57b	20.89±0.58a	
Fenoles	19.21±0.07c	13.08±0.23a	18.55±0.74b	
Color	L	21.11± 0.05a	19.14±0.15b	21.02±0.25a
	a	12.82±0.03b	18.33±0.5c	12.29±0.05a
	B	4.66±0.02b	7.80±0.21c	3.44±0.02a

Las letras diferentes en cada fila representa diferencia significativa.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la NMX-V-022-1972 el aguamiel de las regiones de Hidalgo y Tlaxcala se clasificó como tipo I, y el proveniente del Estado de México como tipo II. No se encontró diferencia significativa con respecto al índice de refracción. Las muestras de aguamiel originarios del Estado de México presentaron la mayor actividad antioxidante y contenido de fenoles. Sin embargo presentaron >250UFC tanto en bacterias mesófilas como mohos y levaduras.

El jarabe de agave de la región Hidalgo no cumplió con el valor de pH especificado por norma. Los provenientes de Tlaxcala mostraron el mayor contenido de proteína y el menor contenido de HMF. Los jarabes estudiados no cumplieron con el mínimo en sólidos solubles que marca la norma y contenido de carbohidratos. Los jarabes de la región del Estado de México presentaron la mayor actividad antioxidante y contenido de fenoles. Las muestras presentaron <250UFC tanto en bacterias mesófilas, coliformes, mohos y levaduras también se confirmó la ausencia de *Salmonella* y *E. coli*.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con el financiamiento del Proyecto: Desarrollo Tecnológico para el Aprovechamiento Integral de Frutas y Hortalizas (PAPIIT IT201216) de la DGAPA, UNAM.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, C.; Giménez, R. y López, M.C. (2003). Determination of tea components with antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57:4427-4435.
- Campos M. (2002). Obtención de una bebida funcional de bifidobacterias utilizando aguamiel como base. Tesis Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. México.
- García, E. J., S. J. Méndez y D. Talavera. (2010). El género *Agave* spp. en México: principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. 5: 109-129.
- Flores, A.; Mora, R. y Romero, L. (2008) evaluación fisicoquímica del aguamiel de tres variedades de maguey pulquero (*Agave* Spp). Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.
- García, H. y Vázquez, R. (1998). Cuantificación de Proteínas: una revisión (Bitácora). Instituto de Biotecnología UNAM. Morelos, México.
- García-Martínez, E.; Fernández-Segovia, I. y Fuentes-López, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. España
- Kuskoski, E.M.; Asuero, A.G.; Troncoso, A.M.; Garcia-Parilla, M. C.; Fett, R. (2004) Actividad Antioxidante De Pigmentos Antocianicos. *Rev. Bras. Ciênc. Tecnol. Alim.*, 24., 4, 691-693
- López, M. J.; Nichols, N. N.; Dien, B. S.; Moreno, J.; Bothast, R. J. (2004). Isolation of microorganisms for biological detoxification of lignocellulosic hydrolysates. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 64(1):125-131.
- Muñoz, O., Copaja, S.; Speisky, H.; Peña, R. & Montenegro, G. (2007). Contenido de flavonoides y compuestos fenólicos de mieles chilenas e índice antioxidante. *Química Nova*, 30(4). 848-851.
- NMX-FF-110-SCFI- 2008 (2008) Productos alimenticios – Jarabe de agave - Especificaciones y Métodos de prueba. Normas Mexicanas. Consultado 24 de agosto de 2016
- NMX-V-022-1972 (1972). Aguamiel. Hydromel. Normas Mexicanas. Consultado 24 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-V-022-1972.PDF>
- NMX-V-041-1972 (1972). Método de prueba para la determinación de pH en pulque. Normas Mexicanas. Consultado 24 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-V-041-1972.PDF>
- Ortiz, B. R., Pourcelly, G., Doco, T., Williams, P., Dornier, M. and Pierre, B. M. (2008). Analysis of the main components of the aguamiel produced by the maguey-pulquero (*Agave mapisaga*) throughout the harvest period. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56, 3682-3687.
- Ruiz R., Nava C., Pérez R. (2000). Aspectos poblacionales y productivos de los ecocultivos de maguey en el norte de zacatecas. *Agraria*. 16(2):59-79.
- Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación (2014) *Agave*. Consultado el 24 de agosto del 2016. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/Paginas/Galeria%20de%20im%C3%A1genes/Agave.aspx>
- Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana (1994). NOM-086-SSA1-1994 Bienes Y Servicios. Alimentos Y Bebidas No Alcoholicas Con Modificaciones En Su Composicion. Especificaciones Nutrimientales.
- Secretaría de Salud (1994). NOM-110-SSA1-1994, Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Norma Oficial Mexicana. Consultado el 24 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/Normas/110ssa1.pdf>
- Secretaría de Salud (1994). NOM -111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Norma Oficial Mexicana. Consultado el 24 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/Normas/111ssa1.pdf>
- Secretaría de Salud (1994). NOM -113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Norma Oficial Mexicana. Consultado el 24 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/Normas/113ssa1.pdf>
- Phillips, K.M.; Carlsen, M.H. y Blomhoff, R. (2009). Total antioxidant content of alternatives to refined sugar. *Journal of American Dietetic Association*. 109: 64-71.
- Sánchez, A., y Hope, P. (1953). *Agave* juice. Fermentation and chemical composition. Studies of some species. *Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 1. 246-249.
- SIAP (2013). Anuario estadístico de la producción agrícola. Consultado el 13 de agosto de 2016. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350
- Segura, J. (2006). El maguey, memoria sobre el cultivo y beneficio de sus productos. *Revista de Geografía Agrícola* (julio-diciembre). ISSN 0186-4394. Consultado el 13 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75703709>
- Silos E.H., N. González C., A. Carrillo L., F. Guevara L., M.E. Valverde G. y O. Paredes L. (2005). Composición química de aguamiel y pencas de *Agave salmiana* Gentry. V Congreso del Noroeste, I Nacional, en Ciencias Alimentarias y Biotecnología Centro de las Artes de la Universidad de Sonora Hermosillo.

Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Subovsky M., Sosa López A., Rolla R., Castillo A., Aleman M. (2000). Cambios en la formación del hidroximetilfurfural en mieles sometidas a calentamiento. XXI Congreso Argentino. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste Corrientes, Argentina.