

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL AGUAMIEL DE TRES VARIEDADES DE MAGUEY PULQUERO (Agave spp).

¹Flores Morales Areli, ²Mora Escobedo Rosalva y ¹Romero Aguilar Lucero

¹ Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala. Km 7.5 Carretera Federal San Martín
Texmelucan-Tlaxcala. C.P. 90122. Tlaxcala, Tlax. ²Escuela Nacional de Ciencias
Biológicas. Departamento de Graduados en Alimentos. Carpio y Plan de Ayala, col.
Santo Tomas. México, D.F., C.P. 11340.

floresafm@hotmail.com

RESUMEN

El "Maguey" es una planta de la familia Agavaceae que crece en el altiplano semiseco y frío de México. El aguamiel es un fluido obtenido del agave. El fluido se produce en las plantas adultas y se obtiene de la etapa previa a la floración. El jugo se acumula en la parte baja de la planta (mesontete). Este fluido es rico en carbohidratos como inulina, sacarosa y fructosa, además contiene pequeñas cantidades de aminoácidos y vitaminas. Desde hace 400 años el jugo del agave (aguamiel), se fermenta y se obtiene una bebida alcohólica ligera denominada pulque. Esta bebida tuvo una importancia elevada desde el punto de vista comercial; sin embargo en la actualidad ya no la tiene. Es por este motivo que en el presente trabajo se pretende realizar una evaluación de las características físicas y químicas que influyen en la producción y calidad de aguamiel, en tres variedades de maguey que se cultivan en el Estado de Tlaxcala (uno de los principales productores de maguey), con el propósito de llamar la atención de industriales y de pequeños productores.

ABSTRACT

The agave is a plant of Agavaceae family growing in high plateaux semiarid and cold of Mexico. Agave juice is a fluid obtained from agave. The fluid is synthesized in adult plants and it is obtained in flowering previous step. The juice is accumulated on the low zone of plant. The fluid is rich in carbohydrates as inuline, sucrose and fructose, even though contain small amounts of aminoacids and vitamins. Since 400 years the agave juice is fermented for yet the alcoholic beverage called "pulque". This beverage had a higher economical importance, but nowadays is not important. The objective of this research was to evaluate the physical and chemical characteristics that could be influencing agave juice yield and quality in three agave varieties growing in Tlaxcala state, in order to capture attention of industrials and little producing people.

INTRODUCCIÓN

México ha sido considerado el centro de origen y biodiversidad del género *Agave* debido a la diversidad taxonómica dentro de su territorio. De las 310 especies reportadas, aproximadamente 272 pueden encontrarse en el país (García-Mendoza y Galván, 1995). Los magueyes productores de pulque en el Valle de México son: *Agave teometl* Zucc., *A. weberi* Cels., *A. altísima* Jacobi., *A. compliata* Trel., *A. gracillispina* Englem., *A. malliflua* Trel., *A. quitifera* Trel. *A. crassispina* Trel., *A. mapisaga* Trel. *A. americana* L., *A. salmiana* Otto ex Salm. Las zonas productoras de pulque son principalmente Hidalgo, Tlaxcala, Edo. México y Puebla, aunque también se le encuentra marginalmente en San Luis Potosí, Michoacán, Querétaro, Morelos, Guanajuato, Veracruz y Oaxaca (García, 1994; Ramírez y Gentry, 1982).

Hace cinco años la FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – declaró a la planta “En peligro de extinción”. La población magueyera actual es muy reducida, quizás un poco más de 50 mil ejemplares, de los cuales casi la décima parte se conservan en jardines botánicos y reservas ecológicas” (Periódico Excélsior. Ed. 9/VI/1989 y SEDESOL, 2002). Tradicionalmente en nuestro país, se cultivaba el *Agave* para la venta del pulque, pero en los últimos años la demanda de esta bebida ha disminuido drásticamente, esta es una de las razones por las cuales se dejó de sembrar el maguey a gran escala.

La etapa productiva de un maguey pulquero comienza cuando este es “capado” es decir cuando se le corta el conjunto de pencas más tiernas del centro de la planta. La siguiente labor es la “picazón” que debe hacerse unas dos semanas antes de que vaya a iniciarse el raspado y la extracción del aguamiel, la cual consiste en raspar la superficie de donde nacía el meyolote a fin de formar en el mezontete, tronco o piña una cavidad llamada “cajete”, hacia la cual escurre la savia de las pencas, que es el aguamiel para que, al cabo de tres a cuatro meses, inicie la “raspa” y extracción del aguamiel para ello es preciso esperar que el cajete adquiera un color entre rojo y amarillo oscuro (figura 1).



Figura 1. Maguey pulquero capado

A partir de ese momento se realizará dos veces por día la extracción del aguamiel con el “acocote” (Calabaza, grande y hueca, a la cual se le hicieron orificios en ambos extremos), succionando el aguamiel que se depositó en el cajete y vaciándolo en pequeñas barricas de madera o en un odre de piel de cerdo o chivo. Al terminar de extraer el líquido el agujero se cubre. La producción de aguamiel aumenta conforme pasa el tiempo de raspa, en dos semanas el volumen aumenta hasta tres litros en cada raspa y en los siguientes dos meses puede producir hasta seis litros en cada ocasión. En el último periodo de su vida, con las pencas marchitas, ajenas a toda su lozanía y turgencia de otros tiempos, la producción desciende drásticamente y el maguey muere. La producción total de cada planta varía de 500 a 1000 litros (Ramírez y Gentry, 1982).

El aguamiel es un líquido dulce (7 a 14° Baumé), éste puede ser ácido o ligeramente alcalino, incoloro y transparente. Posee un ligero olor herbáceo y contiene diversos minerales, además de ser rico en carbohidratos y proteínas, (Ramírez y Gentry; 1982). El contenido de sacarosa en el jugo de la planta adulta (penca o piña) es apreciable y por tanto, se trata de un substrato que puede ser empleado como materia prima en la industria de la fermentación, para la obtención de proteína de levadura; obtención de vitaminas mediante microorganismos; obtención de dextranas para uso alimenticio o clínico; mieles y jarabes de fructosa y producción de ácidos orgánicos mediante microorganismos (Sánchez, 1979).

De acuerdo a Campos-Mendiola 2002, el aguamiel presenta un pH promedio cercano a la neutralidad (6.8) con un porcentaje de humedad elevado (86%) y una proporción de sólidos solubles de 10.85 °Brix. El contenido de proteína soluble es de 5.3%. La sacarosa es el azúcar que está presente en mayor proporción, aunque hay otros polisacáridos compuestos por glucosa y fructosa como los oligofruetosacáridos y polifruetosacáridos.

De la fermentación del aguamiel, que tarda aproximadamente entre 24 y 48 horas, se obtiene la bebida alcohólica conocida como pulque. El producto primario es el aguamiel, el cual se toma como bebida refrescante, factible de industrializarse, además de ser medicinal y nutritiva, el aguamiel se fermenta y produce pulque que es una bebida lechosa que contiene de 4- 8 % de alcohol (Sánchez y Hope 1953, Sánchez, 1978).

Actualmente su consumo ha decaído considerablemente debido a la erosión cultural, la poca higiene y la nula propaganda en contraste a las bebidas alcohólicas como el tequila, el mezcal, la cerveza, el brandy ó el vino; que son objeto de un mayor aparato comercial (Flores y col., 1995, 1996).

Es urgente salir al rescate de este cultivo tan nuestro y que representó en la época prehispánica la inspiración para las grandes hazañas de los guerreros, ya que José Luis del Razo (un empresario que cree en la potencialidad del maguey) ha expresado que la cultura de tomar pulque, así como la misma planta y la gente que siempre dependió de esto, se están acabando. Estamos desperdiciando unas de las bebidas más completas y balanceadas, que contiene los niveles vitamínicos y energéticos que necesita el ser humano, por lo que el objetivo del presente trabajo es monitorear durante cuatro meses y hacer la caracterización fisicoquímica al aguamiel de tres variedades de agave. Esto nos permitirá evaluar si la variedad del maguey juega un papel relevante tanto en la producción del líquido como en la composición química del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La colecta de aguamiel se realizó en el Rancho "Los Fernández", propiedad del Sr. Salomé Fernández, ubicado en la comunidad de Ocotitla, municipio de Villa Altzayanca de Hidalgo, Huamantla, Tlaxcala. Zona que se localiza en la parte oriental del Estado, con un clima predominante semi-seco y tiene una altitud de 2,600 m.s.n.m. En este lugar se localizan tres variedades de maguey conocidos comúnmente como manzo, cenizo y amarillo, las cuales fueron utilizadas para la realización del presente trabajo.

El muestreo de aguamiel se efectuó a magueyes que se encontraban en un periodo inicial a su etapa de producción. Los magueyes que se emplearon tenían una edad promedio de 8 años. La producción de aguamiel de las tres variedades de maguey se colectó mañana y tarde durante un periodo de 4 meses. El aguamiel se envasó en botellas de polietileno graduadas y etiquetadas; con fecha, hora, variedad de maguey, volumen y volumen del cajete. Todas las muestras colectadas fueron congeladas para evitar el proceso de fermentación y trasladadas al laboratorio. La materia prima se filtró, mediante filtros de un tamaño de poro de 0.2 mm de diámetro, con el propósito de evitar la presencia de materia suspendida que pudiera originar error en los análisis.

Análisis físico

La medición del volumen de aguamiel se realizó de forma directa en campo, con la ayuda de una probeta graduada. La medición de diámetro y altura del cajete del maguey se llevó a cabo una vez extraída el aguamiel, estos datos se utilizaron para calcular el volumen de cajete de cada uno de los magueyes empleados para la evaluación.

Caracterización de la materia prima

Se determinó densidad, pH, índice de refracción, sólidos solubles (°Brix) y acidez (reportada como % de ácido láctico). Los análisis efectuados a las muestras de aguamiel, se realizaron por triplicado.

La determinación de humedad se realizó por destilación del agua, combinada con un disolvente inmiscible como xileno, tolueno o benceno (Kira y col., 1996). El contenido de proteínas y cenizas se llevó a cabo utilizando los métodos recomendados por la AOAC (2.057 y 31.013 para proteínas y cenizas respectivamente). Para la cuantificación de azúcares reductores se empleó la técnica que utiliza al ácido dinotrisalicílico (DNS). En primer lugar se realizaron curvas patrón de sacarosa, glucosa y fructosa en una concentración de 0.0 a 10 mg.L⁻¹. De las muestras de aguamiel se hicieron diluciones de 1:25. En tubos de ensaye se colocó 1 ml de la muestra diluida y 1 ml del reactivo de DNS, se agitó vigorosamente, se colocaron los tubos en un baño María durante 5 minutos, posteriormente se procedió a enfriar en un baño de hielo y se adicionaron 10 ml de agua destilada, para su posterior lectura a una longitud de onda de 540 nm en el Spectronic 21.

Cuantificación de aminoácidos

Se utilizó el procedimiento analítico que determina la composición química precisa de aminoácidos o péptidos con una hidrólisis simple (Simpon y col. 1976). Este análisis se realizó con la ayuda de un cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC-Nicolet 1200). Con el propósito de determinar la cantidad de aminoácidos se preparó una curva estándar.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

La Figura 2 muestra el volumen diario de aguamiel obtenido de cada una de las variedades de maguey evaluadas. En esta gráfica se observa que si hay diferencias significativas respecto al volumen de aguamiel producido por las tres variedades de maguey con respecto al periodo de producción evaluada. Para el maguey manzo se nota que a partir del inicio de la extracción de aguamiel esta cantidad es superior y con el paso del tiempo fue disminuyendo paulatinamente durante el periodo de evaluación. Sin embargo para las otras dos variedades de maguey al inicio de la producción de aguamiel es bajo y va incrementando en función del tiempo, a los 75 días de producción se observó un máximo de producción para posteriormente ir disminuyendo en función del tiempo.

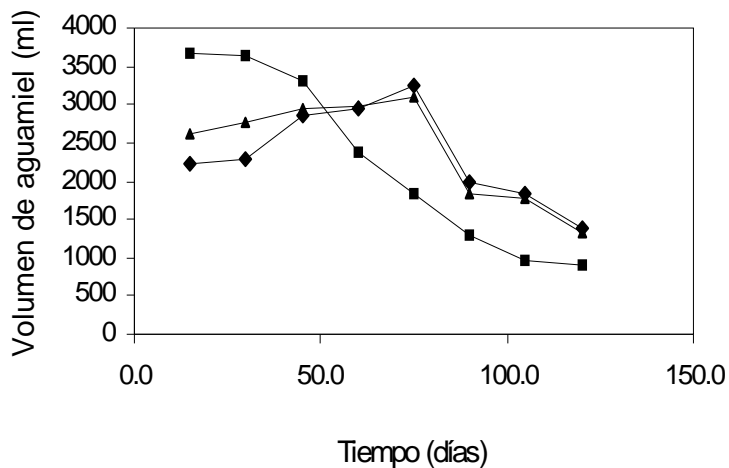


Figura 2. Volumen de aguamiel producido a lo largo de 4 meses de las tres variedades de maguey pulquero estudiadas. Donde: Volumen de aguamiel correspondiente al maguey cenizo (▲); manzo (■) y amarillo (◆)

En el Cuadro 1, se presentan los resultados de la caracterización fisicoquímica del aguamiel de las variedades de maguey analizadas. La densidad fue similar entre las tres variedades, siendo la más baja para la agave amarillo (1.23 g.L^{-1}). El pH varió de 6.3 (maguey manzo) hasta 6.6 para el maguey amarillo, estos valores concordaron con algunas muestras de aguamiel para cultivos de maguey del Municipio de Contepec, Mich. (Campos-Mendiola 2002). La literatura reporta que el aguamiel normalmente tiene un pH alcalino cercano a 8, pero este se puede modificar por la acumulación de ácidos orgánicos producidos por la flora microbiana que se desarrolla espontáneamente (Sánchez-Marroquín y Hope, 1953). El índice de refracción fue mayor en el agave amarillo, esto nos indica que este aguamiel contiene una mayor proporción de componentes disueltos, lo cual concuerda con los resultados de sólidos solubles.

Respecto al porcentaje de acidez, éste fue reportado como % de ácido láctico, ya que se considera que es el ácido orgánico más frecuente aportado por la fermentación espontánea. Los valores de acidez variaron desde 1.41% para la variedad cenizo hasta 1.65% para el maguey manzo. Estos valores estuvieron en relación directa con respecto al pH, a menor pH el porcentaje de acidez fue más elevado. Estos concuerdan con los resultados reportados por Campos-Mendiola, 2002.

El contenido de proteína varió en las tres variedades, siendo menor en el agave amarillo. Este contenido es bajo ya que estamos hablando de un líquido con un contenido de agua muy elevado, aunque resulta interesante que un fluido constituido principalmente por azúcares contenga además nitrógeno en forma de proteína.

El contenido de cenizas fue mayor para la muestra de maguey manzo, los valores de este parámetro concuerdan con los reportados por Torres-Martínez y Morales-Durán, 2005, para el jugo de maguey completo. El contenido de azúcares reductores es variable, sin embargo, de manera general podemos determinar que existe un gran potencial de uso de estos componentes para dirigir adecuadamente la fermentación de aguamiel a pulque.

Cuadro I. Características físicoquímicas de aguamiel de las variedades de maguey estudiadas.

Componentes de aguamiel	Variedades		
	Manzo	Cenizo	Amarillo
Densidad (g.L ⁻¹)	1.298	1.268	1.231
pH	6.3	6.4	6.6
Índice de refracción	1.352	1.353	1.365
Sólidos solubles (°Brix)	11.44	11.01	12.67
Acidez (%)	1.65	1.41	1.47
Humedad (%)	87.0	87.9	86.0
Proteínas (g.L ⁻¹)	3.41	3.11	2.49
Cenizas (g)	0.534	0.413	0.480
Azúcares reductores(g.L ⁻¹)	1.637	1.973	1.069
Glucosa (mg.L ⁻¹)	2.310	3.12	2.5
Fructosa (mg.L ⁻¹)	4.703	4.928	4.5

0.5 % error experimental

La Figura 3 muestra el porcentaje de los aminoácidos encontrados en la muestra de aguamiel proveniente de agave manso. El aminoácido que está presente en mayor proporción es el aspártico, le sigue el glutámico. Es importante hacer hincapié en que aminoácidos como lisina y metionina + cisteína se encuentran en proporción considerable. Esto hace al aguamiel un producto que se pudiera utilizar no solamente para un proceso de fermentación sino para la elaboración de otros productos.

CONCLUSIONES

Tomando en consideración los resultados obtenidos de esta investigación podemos decir que el tipo de agave no es un factor determinante en las características del aguamiel que se obtiene y que sí presenta este cultivo un potencial importante para ser utilizado en la elaboración de productos novedosos con especial énfasis en la elaboración de alimentos funcionales.

Por otro lado, es importante enfatizar que la realización de este trabajo corresponde a una petición por parte de los productores de la región, los cuales quieren encontrar otra aplicación diferente a la elaboración de pulque del aguamiel, reactivando de esta manera la producción del agave en nuestro país y queriendo ser pioneros en la oferta al mercado de productos con base en el agave.

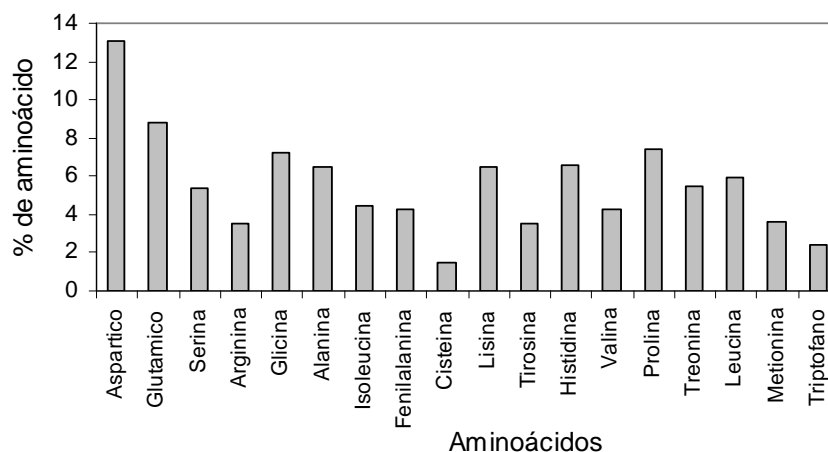


Figura 3. Aminograma de aguamiel de agave pulquero variedad manzo

BIBLIOGRAFIA

Campos-Mendiola R. Obtención de una bebida funcional de bifidobacterias utilizando aguamiel como base. Tesis Maestría. E.N.C.B., I.P.N. 2002.

Flores, M., A. y Aguilar, A., M. E. 1995. Características físico-químicas del aguamiel producido por las tres especies de *Agave spp* que se cultivan en el estado de Tlaxcala y el efecto del raspado en la variación de su composición. XXVI

Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de alimentos. Puerto Vallarta, Jalisco.

- Flores, M., A., Olvera, H., M. E. y Martín, C., S. 1996. Obtención de una miel a partir de aguamiel producido por tres especies de *Agave spp* que se cultivan en el estado de Tlaxcala y su evaluación físico-química en su composición. XXVII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Monterrey N. L. México.
- García, M, A. 1994. Colección Nacional de Agaváceae. Primer Simposio Internacional Sobre Agaváceas. Instituto de biología Universidad Nacional Autónoma de México.
- García-Mendoza, A., y Galván, V.R. 1995. Riqueza de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. Bol. Soc. Bot. Mex. 56:7-24.
- Martínez-Torres R. y Morales-Durán U. 2005. Estudio de la deshidratación del maguey (*Agave atrovirens* Karw) para la obtención de un producto seco con alto contenido de fructooligosacáridos. Tesis Licenciatura. E.N.C.B., I.P.N. México.
- Periódico Excélsior. Ed. 9/VI/1989.
- Ramírez Pompa y Gentry. 1982. El maguey: árbol de las maravilla. Editado por el Museo Nacional de Culturas Populares. México, D. F.
- Sánchez, A., V. M. G. 1978. Estudio de productos industriales derivados del maguey. Tesis profesional. Universidad Femenina de México. México
- Sánchez, M., A. and Hope, H. P. 1953. Agave juice. Fermentation and chemical composition. Studies of some species. Agricultural and Food Chemistry. Vol. 1. 246-249.
- Simpon, R.J., Neuberer, M.R., Liu, T.Y. 1976. Complete amino acid analysis of proteins from a hydrolysate. J. Biol. Chem. 251:1936-1940.
- SEDESOL (2002) Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL.2002

AGRADECIMIENTOS

Se agradece de manera especial al Sr. Salome Fernández, por compartir sus conocimientos, por el apoyo brindado en la toma de muestras y por la donación de aguamiel y a la Fundación Produce Tlaxcala por su colaboración.