

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-103>

USO TECNOLÓGICO DEL AGUAMIEL, APLICACIÓN EN UN DULCE TRADICIONAL

Arango Romo, Samantha Arcely

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Mineral de la Reforma, México
ar466677@uaeh.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9255-3738>

Contreras-López, Elizabeth

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Mineral de la Reforma, México
Institución de Adscripción
elizac@uaeh.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0919-4760>

Castañeda-Ovando, Araceli

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Mineral de la Reforma, México
ovandoa@uaeh.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0759-3198>

Añorve-Morga, Javier

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Mineral de la Reforma, México
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0076-1526>

Jaguey-Hernández, Yari

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero
Hidalgo, México
yjaguey@upfim.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3381-0208>

RESUMEN

El jarabe de aguamiel es un endulzante natural obtenido a partir de la concentración de los azúcares del aguamiel. El aguamiel es la savia obtenida del *Agave*, esta bebida tradicional es rica en carbohidratos y minerales, sin embargo, su rápida fermentación limita su consumo y comercialización, por lo que, se ha optado por la obtención de jarabe de aguamiel, que presenta una vida útil mayor. En años recientes ha crecido el interés por la aplicación del jarabe de aguamiel debido a su bajo índice glucémico y la presencia de prebióticos y minerales. No obstante, su consumo está limitado a regiones centro del país únicamente como endulzante de bebidas. El nixtamal es un dulce tradicional prehispánico elaborado con maíz sin nixtamalizar y aguamiel o piloncillo que se consume principalmente en la zona sur del país. Por lo que, se plantea la obtención de nixtamal a partir de fécula de maíz, leche y jarabe de aguamiel. Se propusieron tres formulaciones de nixtamal con la adición de leche entera, semidescremada y light (200 mL), variando la cantidad de jarabe de aguamiel (15, 20 y 25 mL), posteriormente se evaluaron parámetros fisicoquímicos de humedad, cenizas y proteína cruda. El tipo de leche determina de manera significativa la textura y calidad nutricional del dulce. La propuesta de un

dulce típico como el nicuatole elaborado a partir de jarabe de aguamiel es una alternativa para diversificar y promover el consumo de endulzantes naturales disminuyendo el consumo de azúcares refinados, además de recuperar tradiciones nacionales.

Palabras clave: Índice glucémico, jarabe de aguamiel, dulce tradicional, prebióticos, nicuatole.

ABSTRACT

Aguamiel syrup is a natural sweetener obtained by concentrating the sugars present in aguamiel, the sap extracted from the Agave. This traditional beverage is rich in carbohydrates and minerals; however, its rapid fermentation significantly limits its shelf life, consumption, and commercial distribution. To address this, agave sap is increasingly processed into aguamiel syrup, which exhibits greater stability and extended shelf life. In recent years, there has been growing interest in the use of aguamiel syrup due to its low glycemic index and its content of prebiotics and minerals. Despite these benefits, its consumption remains geographically limited to central regions of the Mexico, primarily as a sweetener for beverages. Nicuatole is a traditional pre-Hispanic candy made from non-nixtamalized corn and sweetened with aguamiel or piloncillo. In this study, we propose the development of nicuatole using corn starch, milk, and agave sap syrup as the primary ingredients. Three formulations were made, each incorporating 200 mL of a different type of milk (whole, semi-skimmed and lactose-free), and varying the amount of agave syrup (15, 20, and 25 mL). Physicochemical parameters including moisture content, ash, and crude protein were analyzed. The type of milk was found to significantly influence both the texture and nutritional quality of the final product. This study presents the development of a traditional dessert sweetened with agave syrup as a viable alternative to promote the use of natural sweeteners, reduce the intake of refined sugars, and contribute to the preservation and innovation of national culinary traditions.

Keywords: Glycemic index, aguamiel syrup, traditional candy, prebiotics, nicuatole.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la búsqueda de alternativas naturales a los azúcares refinados ha impulsado el interés por ingredientes tradicionales con posible potencial tecnológico. Entre ellos, el jarabe de aguamiel, destaca por sus propiedades nutricionales y por su relevancia en la gastronomía mexicana (Higuera Orbe, 2025). Incorporar este subproducto en preparaciones típicas representa una oportunidad de innovar en la elaboración de alimentos sin perder el vínculo con la tradición. En este contexto, el nicuatole, es un dulce tradicional originario del estado de Oaxaca (Morales Sánchez, 2023). Su origen es prehispánico y se elabora a partir del grano del maíz sin nixtamalizar.

El maíz sin nixtamalizar es rico en almidón (72-73%) y otros carbohidratos simples como glucosa, sacarosa y fructosa en proporciones que varían del 1 al 3% (Prasanna et al., 2020). Las proteínas son el segundo componente más importante (8-11%) mientras que, el contenido de cenizas es cercano al 1.3% (García-Campos et al., 2020). El proceso artesanal para obtener nicuatole inicia con la molienda del maíz y posterior tratamiento térmico para obtener los azúcares, seguido de la mezcla con endulzantes como piloncillo o aguamiel.

Por otra parte, el jarabe de aguamiel se obtiene del calentamiento y agitación constante del aguamiel que, al concentrarse, adquiere una tonalidad marrón y modifica sus características sensoriales, cambios que se intensifican durante el almacenamiento (Castañeda Ovando et al., 2023). De modo que el jarabe de aguamiel es un endulzante rico en fructosa, glucosa y sacarosa (González Montemayor et al., 2022), además de fructanos con posibles propiedades prebióticas. Adicionalmente, se ha reportado que el jarabe de aguamiel es menos calórico que el azúcar convencional y puede integrarse en dietas de control de peso (Medina Mendoza et al., 2022), presenta mayor poder endulzante que el azúcar de mesa y un bajo índice glucémico (es decir la capacidad de un alimento para elevar la glucosa en sangre del consumidor) (Cerón Zamora, 2022; Huezcas Garrido et al., 2022), lo que lo hace un candidato ideal para endulzar alimentos

para personas con restricciones dietéticas como las personas que padecen diabetes o resistencia a la insulina.

A pesar de sus potenciales beneficios en la salud humana, el consumo de jarabe de aguamiel está poco difundido y generalmente se emplea como endulzante sustituto del azúcar (Castañeda Ovando et al., 2023; Hernández Ramos et al., 2020). Por lo que, se plantea la obtención de nicuatole sustituyendo el maíz sin nixtamalizar por fécula de maíz, leche y empleando como endulzante jarabe de aguamiel.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se dividió en dos etapas, en la primera, se obtuvo y caracterizó el jarabe de aguamiel. En la segunda etapa, se formuló y determinó la composición proximal del dulce de nicuatole.

Etapa 1. Obtención del jarabe de aguamiel

Se obtuvo una muestra de 15L de aguamiel de la región del Nopalillo, Epazoyucan Hidalgo en el mes de octubre 2024. La muestra se trasladó al laboratorio de Fisicoquímica de Alimentos en el Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en un lapso menor a 2 h y se procesaron en una marmita con capacidad de 22 L (TECNODAC, KEV-22-AR), con aspas de agitación y sensor de temperatura. Para ello, se pasteurizó a 90°C en agitación constante durante 2h, el proceso se mantuvo hasta obtener 70°Brix, momento en que la muestra se retiró de la marmita y se envasó en frascos de vidrio con tapa hermética hasta su uso.

Caracterización del jarabe de aguamiel

Se realizó la caracterización fisicoquímica de los jarabes de aguamiel, para ello, se determinó humedad, cenizas y proteína cruda de acuerdo a lo establecido por la Association of Analytical Communities (AOAC, 1990). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

Etapa 2. Formulación de nicuatole

Para obtener el dulce conocido como nicuatole, se emplearon 8 g de fécula de maíz, 200 mL de leche variando la cantidad de jarabe de aguamiel como se muestra en la tabla 1. La cantidad de jarabe de aguamiel se determinó en función de la cantidad de azúcares reportados en la etiqueta del producto. Se empleó leche comercial de la marca Alpura® en envase tetrapack.

Tabla 1. Formulación del nicuatole

| Tipo de leche | Cantidad de jarabe de aguamiel (mL) | Etiquetado |
|----------------|-------------------------------------|------------|
| Entera | 25 | LE |
| Semidescremada | 20 | LSD |
| Light | 15 | LL |

La leche se sometió a calentamiento a 80°C y se agregó la fécula de maíz agitando constantemente con una pala de madera hasta obtener una consistencia espesa (15 ± 5 min), momento en el que se retiró del fuego y se agregó el jarabe de aguamiel manteniendo la agitación para integrar los ingredientes. La mezcla se dejó enfriar y se colocó en moldes de silicona (grado alimenticio) de 5 mL, posteriormente, se refrigeraron 2 h y se desmoldaron, se almacenaron en bolsas de cierre hermético por 48 h y se analizó humedad, cenizas y proteína cruda siguiendo la metodología de la AOAC (1990).

Se realizó el análisis estadístico de los datos empleando el software Minitab v.7.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el método empleado se obtuvo un rendimiento de 14.28% con 70°Bx, este rendimiento es similar a lo reportado previamente por Espíndola-Sotres y colaboradores (2018) obtuvieron un

10.15% de rendimiento con 74.33°Bx al emplear una técnica artesanal. El rendimiento del jarabe de aguamiel está determinado por la especie de agave utilizada, la calidad del aguamiel, la concentración de sólidos solubles (principalmente azúcares) en el aguamiel y las condiciones del proceso de elaboración (Castañeda-Ovando et al., 2023). En la Tabla 2 se muestran los resultados del análisis fisicoquímico del jarabe de aguamiel y del nicuatole.

Tabla 2. Análisis fisicoquímico del jarabe de aguamiel y del nicuatole obtenido.

| Parámetro | Jarabe de aguamiel | LE | LSD | LL |
|----------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| Humedad | 22.96 ± 0.25 | 61.23 ± 0.62 | 61.85 ± 0.07 | 69.65 ± 0.20 |
| Cenizas | 1.34 ± 0.02 | 0.74 ± 0.02 | 0.62 ± 0.01 | 0.58 ± 0.02 |
| Proteína cruda | 1.65 ± 0.27 | 4.73 ± 0.04 | 4.44 ± 0.08 | 3.93 ± 0.03 |

Resultados expresados en %. Los resultados son expresados como media ± desviación estándar. LE leche entera, LSD leche semidescremada, LL leche light.

Con la formulación propuesta, se obtuvieron de 12 ± 3 dulces, de consistencia gelatinosa y color amarillo claro. Los resultados del análisis fisicoquímico se muestran en la Tabla 2. Actualmente no existe normativa para el jarabe de aguamiel por lo que se compara con el jarabe de agave, que se encuentra regulado en la NOM-003-SAGARPA-2016, que establece las características de sanidad, calidad agroalimentaria, autenticidad, etiquetado y evaluación de la conformidad para el jarabe de agave. De acuerdo con esta NOM el contenido de humedad debe oscilar entre un mínimo de 20 g/100g y un máximo de 28 g/100g, el jarabe de aguamiel obtenido se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

Mientras que, el contenido de cenizas es un indicador de la cantidad de minerales presentes en las muestras analizadas, proporcionando información sobre su calidad nutricional y estabilidad. Los principales minerales reportados en el aguamiel son K, Ca, Na, Fe, Co, Mg, Se y Zn (Cázares-Vásquez et al., 2021; Vera-Morales et al., 2024). El contenido de minerales en el jarabe de aguamiel puede variar según la variedad de agave utilizada y las características del suelo donde se cultiva. Estudios han mostrado que las plantas de agave, dependiendo de la región y el tipo de suelo, pueden absorber diferentes cantidades de minerales.

Los dulces de nicuatole se obtuvieron con fécula de maíz que es un subproducto del maíz compuesto principalmente por almidón y que aporta a los alimentos una textura característica semejante a la de un flan o gelatina (Jinchuña Flores, 2022), esta sustitución del maíz seco sin nixtamalizar por fécula de maíz permite disminuir el tiempo de preparación y la energía necesaria para su obtención. Mientras que la adición de leche adiciona proteína a la fórmula, pasando de 1.65% en el jarabe de aguamiel hasta 4.73% en la formulación con leche entera.

4. CONCLUSIONES

El jarabe de aguamiel posee múltiples características que lo hacen un endulzante natural de gran interés, ya que, por su origen no contiene gluten, por lo que puede ser consumida por personas con celiaquía, adicionalmente su bajo índice glucémico lo hace ideal para personas con diabetes y resistencia a la insulina. Por otro lado, la formulación con leche deslactosada permitirá su consumo por personas con intolerancia a la lactosa. Este proyecto permite rescatar un ingrediente tradicional de gran potencial nutrimental, además de ofrecer alternativas más saludables en la industria alimentaria.

REFERENCIAS

- AOAC (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Published by AOAC. Inc Helrich K (editor), 15th Edition, Arlington, Vol I & II, 17-18, 40-63, 69-83, 1012.
- Castañeda-Ovando, A., Moreno-Vilet., L., Jaimez-Ordaz., J., Ramírez-Godínez, J., Pérez-Escalante., E., Cruz-Guerrero, A. E., & González-Olivares, L. G. (2023). Aguamiel syrup as a technological diversification product: Composition, bioactivity and present panorama. *Future Food*, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100249>
- Cázares-Vásquez, M. L., Rodríguez-Herrera, R., Aguilar-González, C. N., Sáenz-Galindo, A., Solanilla-Duque, J. F., Contreras-Esquivel, J. C., & Flores-Gallegos, A. C. (2021). Microbial exopolysaccharides in traditional Mexican fermented beverages. *Fermentation*, 7(4), 249. <https://doi.org/10.3390/fermentation7040249>
- Cerón Zamora, C. (2022). Índice glucémico in vitro y actividad antioxidante de jarabe de agave obtenido por evaporación rotatoria al vacío [Tesis para la obtención del grado de Maestra en Ciencias Biomédicas y de la Salud]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Espíndola-Sotres, V., Trejo-Márquez, M.A., Lira-Vargas, A. A., Adela, & Ramírez-Ortiz, M. E. (2018). Estandarización del proceso de elaboración de jarabe a partir de aguamiel. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 515-21.
- García-Campos, A. U., Cruz-Monterrosa, R. G., Rayas-Amor, A. A., Jiménez-Guzmán, J., Fabela-Morón, M. F., de la Paz Salgado-Cruz, M., ... & Díaz-Ramírez, M. (2020). Caracterización físico-química de maíz (*Zea mays* L.) criollo (azul y rojo) del Estado de México. *Agro Productividad*, 13(7). <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1728>
- González-Montemayor, A.M., Solanilla-Duque, J.F., Flores-Gallegos, A.C., Serrato- Villegas, L.E., Morales-Castro, J., González-Herrera, S.M., Rodríguez- Herrera, R., (2022). Temperature effect on sensory attributes, thermal and rheological properties of concentrated aguamiel syrups of two Agave species. *Measurement: Food* 7, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2022.100041>
- Hernández-Ramos, L., García-Mateos, R., Ybarra-Moncada, M. C., & Colinas-Leon, M. T. (2020). Nutritional value and antioxidant activity of the maguey syrup (*Agave salmiana* and *A. mapisaga*) obtained through three treatments. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(3), 1306-1316. <https://doi.org/10.15835/nbha48311947>
- Huezcas-Garrido, L., Alanís-García, E., Ariza-Ortega, J. A., & Zafra-Rojas, Q. Y. (2022). Subproductos de interés nutricional y funcional de *Agave salmiana*. *Revista chilena de nutrición*, 49(2), 250-262. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182022000200250>
- Higuera-Orbe, C. L., García-Barrón, S. E., & Moreno-Vilet, L. (2025). La importancia del maguey pulquero (*Agave salmiana*) en la alimentación y soberanía alimentaria. *Enfoques Transdisciplinarios: Ciencia Y Sociedad*, 3(1), 235-248. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14713628>
- Jinchuña Flores, E. (2022). Industrialización y comercialización de los productos y subproductos del maíz (Monografía de pregrado). Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/11692>
- Medina Mendoza, C., Iván Roldán-Cruz, E., & Vázquez-Jahuey, M. (2022). Physicochemical, microbiological and organoleptic characterization of aguamiel and pulque from Alto Mezquital, Hidalgo. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 19(4). <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i4.1412>
- Morales-Sánchez, J. L., Hernández-Bautista, E., Matías-Pérez, D., Pérez-Santiago, A. D., Sánchez-Medina, M. A., & García-Montalvo I. A. (2023). Preliminary study of Nicuatole, a traditional endemic food based on *Zea mays* from the Central Valleys Region, Oaxaca, Mexico. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 35, 839-843.

Norma Oficial Mexicana (2016), NOM-002-SAGARPA-2016, Relativa a las características de sanidad, calidad agroalimentaria, autenticidad, etiquetado y evaluación de la conformidad de los fructanos de agave.

Prasanna, B. M., Palacios-Rojas, N., Hossain, F., Muthusamy, V., Menkir, A., Dhliwayo, T., ... & Fan, X. (2020). Molecular breeding for nutritionally enriched maize: status and prospects. *Frontiers in genetics*, 10, 1392. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.01392>

Vera-Morales, J. M., Vargas-Hernández, M., Dector-Espinoza, A., & Amaya-Cruz, D. M. (2024). Aguamiel y pulque: más que bebidas tradicionales. *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología*, 7(12), 40-51. <https://doi.org/10.61820/pct.v7i12.1117>.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.