

Universidad Autónoma de Coahuila

Facultad de Ciencias Químicas



Tesis

Estandarización del proceso de obtención de miel de *Agave*

Presentada por:

I.Q. Ángela Mariela González Montemayor

Como requisito para obtener el grado de Maestría en Ciencia y

Tecnología de Alimentos

Saltillo, Coahuila, México

Agosto de 2018

Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ciencias Químicas

La Facultad de Ciencias Químicas a través del jurado examinador hace
constar que la tesis titulada:

Estandarización del proceso de obtención de miel de *Agave*

Presentada por:

I.Q. Ángela Mariela González Montemayor

Ha sido aceptada como requisito para obtener el Título de:

Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos

El trabajo presentado ha sido dirigido por el siguiente comité



Dr. Raúl Rodríguez Herrera

Co-Director (UAdeC)



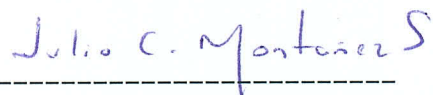
Dra. Adriana Carolina Flores Gallegos

Co-Directora (UAdeC)



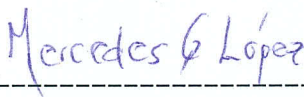
Dra. Lilia Eugenia Serrato Villegas

Asesora (UAdeC)



Dr. Julio César Montañez Sáenz

Asesor (UAdeC)



Dra. Mercedes Guadalupe López Pérez

Asesora (CINVESTAV, *Unidad Irapuato*)

Resumen

El *Agave* spp. o maguey como se le conoce en México, ha tenido una estrecha relación con la cultura mexicana y ha sido utilizado para diferentes fines entre los cuales destacan la producción de bebidas alcohólicas. Por la producción de Tequila, esta planta es mundialmente conocida. Actualmente diferentes estudios se han centrado en conocer más acerca de las propiedades de esta planta, por lo que actualmente también es reconocida como fuente de obtención de Prebióticos y de endulzantes.

El jarabe de agave proveniente de la concentración del jugo obtenido de la maceración de la parte central de la planta o de la savia emanada por ciertas especies denominada aguamiel, ha destacado como una opción de endulzante natural como lo son la miel de abeja y la miel de maple. En cuanto la producción de miel de agave a partir de la concentración del aguamiel, poco se tiene controlado este proceso, derivando así en una deficiencia de calidad en el producto.

En el presente trabajo se produjeron mieles a partir del aguamiel de dos especies de *Agave* (*Agave salmiana* y *Agave atrovirens*) controlando la temperatura del proceso y probando cuatro diferentes temperaturas de concentración (70, 80, 90 y 95° C) con la finalidad de obtener mieles a 65° Brix (valor propuesto por etapas experimentales anteriores). A las mieles obtenidas se les cuantificó el pH, el contenido de humedad, grasa, proteínas, cenizas, el perfil de carbohidratos que abarcó los azúcares: glucosa, fructosa, sacarosa, kestosa, nistosa y 1-Fructofuranosil-nistosa (1-F), el contenido de hidroximetil-furfural (HMF). Además, se llevaron a cabo dos análisis sensoriales. Un análisis con jueces entrenados para cuantificar el nivel edulcorante comparado a un control comercial, y un análisis descriptivo cuantitativo evaluando los atributos de amargor, dulzura, acidez, fluidez, color, aroma y tendencia a la aceptabilidad. Por otra parte,

se llevaron a cabo pruebas reológicas en las mieles para determinar su comportamiento al flujo y además de conocer la sensibilidad de la viscosidad respecto a la temperatura. Se caracterizaron también por medio de Espectroscopia Infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR). Todo lo anterior realizado nos llevó a conocer los efectos de la temperatura y las especies de *Agave* en proceso de producción de miel, donde el pH fue más ácido a medida que la temperatura de proceso fue mayor, no hubo diferencias en el contenido de humedad (alrededor del 39%), al igual que en el contenido de grasa. El contenido de cenizas y de proteínas se vio afectado por la especie de *Agave* donde la especie *A. salmiana* presentó un mayor contenido de ceniza (8%) mientras que *A. atrovirens* tuvo más proteína (8.5%). El contenido de sacarosa y de 1-F se afectaron por la temperatura, a 70°C se encontró mayor contenido de sacarosa mientras que a esta misma temperatura el contenido de 1-F fue el menor. Las mieles de *A. atrovirens* tuvieron un mayor contenido de glucosa. El HMF fue mayor en el tratamiento de 95°C. Por medio de los análisis sensoriales se encontró que no hay diferencias en cuanto al poder edulcorante de las mieles, sin embargo las mieles de *A. salmiana* a 80° y 90° fueron descritas como ácidas y con cierto amargor. Las muestras fueron definidas como fluidos No Newtonianos y la mayoría se pueden describir mediante el modelo de Herschel-Bulkley y son de naturaleza dilatante. En cuanto a la caracterización por FT-TIR, no hay diferencias entre las muestras, presentaron bandas entre 1417 y 925 cm^{-1} características de su alto contenido de carbohidratos. La anterior caracterización y el análisis de proceso fueron útiles para diseñar y simular el proceso mediante el software SuperPro Designer®, para tener una aproximación del aspecto económico del proceso y conocer su viabilidad. De acuerdo a esta simulación se pudieron estimar de acuerdo a las cuatro temperaturas de producción: los costos de inversión, de operación, las ganancias, el retorno de la inversión, entre otros. La producción a altas temperaturas resultó ser más costosa pero también genera más posibles ganancias.

Abstract

Agave spp. or maguey, as it is known in Mexico, has had a close relationship with Mexican culture and has been used for different purposes, among them the production of alcoholic beverages. To produce Tequila, this plant is known worldwide. Currently, different studies have focused on knowing more about the properties of this plant, which is also by now recognized as a source of prebiotics and sweeteners.

The agave syrup coming from the concentration of the juice obtained from the maceration of the central part of the plant or from the sap emanated by certain species called aguamiel has highlighted as a new option of natural sweetener, such as honey and Maple syrup. As far as the production of agave syrup from the concentration of aguamiel, the process is not controlled, resulting in a deficiency of quality in the product.

In the present work, syrups were produced from the aguamiel of two *Agave* species (*Agave salmiana* and *A. atrovirens*) controlling the temperature of the process and testing four different concentration temperatures (70, 80, 90 and 95 ° C) in order to obtain syrups at 65° Brix (value proposed by previous experimental work). The obtained syrups were quantified the pH, the moisture content, fat, proteins, ashes, and the carbohydrate profile that covered the sugars: glucose, fructose, sucrose, kestose, nystose and 1-Fructofuranosyl-nystose (1-F), and the content of hydroxymethyl-furfural (HMF). In addition, two sensory analyzes were carried out; An analysis with trained judges to quantify the sweetening level compared to a commercial control, and a descriptive quantitative analysis evaluating the attributes of bitterness, sweetness, acidity, creaminess, color, aroma and tendency to acceptability. On the other hand, rheological tests were performed on the syrups to determine them flow behavior and the sensitivity of the viscosity with respect to the temperature. They were also characterized by the Fourier

Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR). All the above was useful to know the effects of temperature and *Agave* species in the syrup production process, where the pH was lower as the process temperature was higher, there was no difference in moisture content (around 39%), as in the fat content. The content of ash and protein was affected by the *Agave* species where the species *A. salmiana* had a higher content of ash (8%) while *A. atrovirens* contained more protein (8.5%). The content of sucrose and 1-F were affected by temperature, at 70°C higher sucrose content was found while at this same temperature the content of 1-F was the lowest. The syrups of *A. atrovirens* had a higher glucose content. The HMF was higher in the 95°C treatment. Through sensory analysis it was found that there were no differences in the sweetening power of the samples, however, syrups of *A. salmiana* at 80 ° and 90 ° were described as acid and with a certain bitterness. The samples were defined as non-Newtonian fluids and most can be described by the Herschel-Bulkley model. Regarding the characterization by FT-TIR, there were no differences between the samples, they presented bands between 1417 and 925 cm⁻¹ characteristics of the high carbohydrate content in the samples.

The previous characterization and the process analysis were used to design and simulate the process using SuperPro Designer® software, to have an approximation of the economic aspect of the process and to know its viability. According to the simulation, it was possible to estimate according to the four production temperatures: the costs of investment, operation, profits, return on investment, among others. The production at high temperatures was the most expensive but also the one that generates more possible profits.