



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

OBTENCION DE UNA MIEL A PARTIR DE  
AGUAMIEL A NIVEL LABORATORIO.



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

**TESIS MANCOMUNADA**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA**  
P R E S E N T A N :  
**ANABELL PEREZ GALICIA**  
**ROSA MARIA PICHARDO GARCIA**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

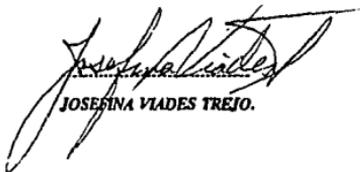
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO**

**PRESIDENTE:** PROF. OLGA VELAZQUEZ MADRAZO.  
**VOCAL:** PROF. JOSEFINA VIADES TREJO.  
**SECRETARIO:** PROF. AMANDA GALVEZ MARISCAL.  
**1ER. SUPLENTE:** PROF. LUCIA CORNEJO BARRERA.  
**2DO. SUPLENTE:** PROF. MARIA VICTORIA COUTIÑO COVARRUBIAS.

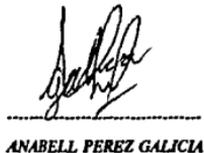
Lugar donde se desarrolló la tesis:  
Departamento de Alimentos. Facultad de Química.  
Universidad Nacional Autónoma de México.

**ASESOR DEL TEMA:**



JOSEFINA VIADES TREJO.

**SUSTENTANTES:**



ANABELL PEREZ GALICIA



ROSA MARIA PICHARDO GARCIA.

*A tí mamá con todo mi amor y respeto,  
porque siempre has estado a mi lado  
en los momentos buenos y malos,  
por ese apoyo incondicional,  
por tus palabras alentadoras de esperanza  
y sobre todo..... por creer en mí.*

**GRACIAS.**

*A mis hermanos Joel,*

*Violeta,*

*Margarita,*

*Guillermo,*

*Marisol,*

*Fabiola,*

*Miriam.*

**De tus hijos el que menos**

**tu cariño merecía**

**soy quizás**

**pero al ver cual sufro y peno**

**has de amarme, madre mía,**

**mucho más.**

**Gracias MAMA por darme tu apoyo y comprensión  
aún sin merecerlos**

**Te quiere Anabel.**

**Gracias a mis compañeros y amigos por soportarme y compartir  
momentos como en toda la carrera.**

**A Martin por los momentos compartidos.**

**A nuestra asesora Josefina Mades Trejo, al Ing. Miguel Rocha,  
a Sergio y Homerc, a Ernesto Calderon y a María de los Angeles,  
que contribuyeron de alguna u otra manera para la realización  
de este trabajo.**

**MUCHISIMAS GRACIAS.**

## Indice general.

1.0.-	Introducción.	1
1.1.-	Objetivos.	3
2.0.-	Antecedentes.	4
2.1.-	Descripción del maguey pulquero.	4
2.2.-	Características del suelo y del clima para el desarrollo del maguey.	4
2.3.-	Labores de cultivo del maguey pulquero.	5
2.4.-	Aprovechamiento del maguey para la obtención del aguamiel.	6
3.0.-	Composición química del aguamiel.	11
3.1.-	Norma oficial mexicana del aguamiel (NOM-V-22-1972).	12
3.2.-	Composición de aminoácidos.	13
3.3.-	Composición en minerales.	13
3.4.-	Factores que afectan la calidad del aguamiel.	14
3.5.-	Composición química en dos diferentes estaciones del año.	16
4.0.-	Microbiología del aguamiel.	17
4.1.-	Microorganismos reportados en el aguamiel.	18
5.0.-	Materiales y métodos.	25
5.1.-	Materiales y equipo utilizado.	25
5.2.-	Recolección de la materia prima (aguamiel).	26
5.3.-	Métodos de prueba.	27

6.0.-	Proceso de obtención de la miel de aguamiel.	43
6.1.-	Descripción del trabajo experimental y diagrama de flujo del plan de trabajo.	43
6.2.-	Descripción del proceso para la obtención de la miel de aguamiel.	44
6.2.1.-	Obtención de la miel de aguamiel.	49
6.2.2.-	Posibles modificaciones en el producto.	51
7.0.-	Resultados y análisis de resultados.	53
8.0.-	Conclusiones y recomendaciones.	66
9.0.-	Bibliografía.	73
10.-	Anexo	

**CAPITULO 1**  
**INTRODUCCION**

## 1. Introducción

Al maguey se le han dado varios usos a través de un largo período histórico. Antes del descubrimiento de América, los habitantes del centro de la República ya aprovechaban el maguey de diferentes formas como: para la elaboración de sus chozas, en la fabricación de hilos y tejidos, escudos, sandalias etc, , lo usaban con fines medicinales y en autosacrificios religiosos y en la elaboración de papel. Sin embargo el principal producto que obtenían del maguey era el pulque (30).

En la actualidad, en las zonas típicamente magueyeras de los estados de Tlaxcala, Hidalgo, Edo. de México, Puebla y Morelos se ha abandonado el cultivo del maguey debido a las bajas ventas del pulque, el cual ha sido desplazado del gusto nacional por otras bebidas alcohólicas, principalmente la cerveza y bebidas destiladas, lo que ha repercutido directamente en la economía de estos estados, esta información se ha obtenido de personas que de alguna forma están relacionadas con el cultivo del maguey.

El cultivo del maguey y su explotación se justifican por hechos geográficos, vive en suelos pobres, con poca cantidad de agua anual; esto es, el maguey se desarrolla en zonas semidesérticas de la altiplanicie mexicana, donde no se cuenta con suficiente agua para cultivar otros productos y además evita el desgaste de las tierras inhibiendo la erosión al mantenerse las plantaciones de maguey en buen estado todo el tiempo (30).

Tomando en cuenta lo anterior, se sugiere dar un fuerte impulso a la investigación científica para aprovechar integralmente al maguey; actualmente no se dispone a gran escala de esta planta, por lo que se tiene que empezar a establecer un programa bien definido de reforestación magueyera en todas estas zonas, para que se pueda contar con esta planta; esto traería beneficios como son: un uso adecuado de las tierras conservando las características de sus suelos, un incremento en la producción de aguamiel la cual se obtiene del maguey, no solo como materia prima para la obtención del tradicional pulque, sino también para el desarrollo de nuevos productos y la generación de nuevas fuentes de trabajo que detengan la migración de la población económicamente activa con el consecuente incremento de los ingresos en la región.

Así, preocupadas por que no se pierda el interés por el cultivo del maguey, nos hemos propuesto buscar la diversificación de productos de este, en especial derivados del aguamiel.

En este trabajo proponemos la elaboración de una miel cuya materia prima principal es el aguamiel, y cuya calidad sea aceptable y estable.

El aguamiel posee en sí mismo, un contenido en proteínas, azúcares, vitaminas y minerales que lo hacen muy atractivo desde el punto de vista alimenticio; por lo que al ser sometido al proceso para obtención de la miel es necesario evitar daños ó pérdidas en estos componentes (30).

En esta tesis se pretende dar énfasis a todas aquellas actividades previas a la recepción del aguamiel que deben realizarse en el campo para la obtención del aguamiel ya que el aguamiel posee una microflora natural que lo hace muy vulnerable a una fermentación espontanea (transformación en pulque) en muy poco tiempo, esta fermentación se inicia aún dentro de la misma cavidad del maguey.

Parte de este estudio se enfocó al control y estabilización del aguamiel sugiriéndose normas de recepción y procedimientos para evitar contaminaciones y fermentaciones indeseables en el producto, esto es mediante la estimación del grado de fermentación en el aguamiel. Así como también se sugiere establecer un procedimiento de conservación de la materia prima con el fin de evitar la fermentación natural del aguamiel y contar con el tiempo necesario para completar lotes de aguamiel para el proceso.

El producto que se elaboró en esta tesis se obtuvo; purificando, hidrolizando parcialmente y evaporando el aguamiel hasta obtener una concentración de 72 a 75 °Bx.

Para la realización de este trabajo se estableció un convenio entre la Facultad de Química y la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), en el cual se contemplaba el desarrollo de un ambicioso proyecto para la producción de miel de aguamiel en la planta que este organismo tiene en Axapusto, Edo de México.

El proyecto abarcaba desde el cultivo del maguey y el abasto del aguamiel hasta la optimización del proceso en la planta, el establecimiento de un sistema de control de calidad y un proyecto de norma para el producto.

El proyecto se vió suspendido cuando ya teníamos la investigación bibliográfica, el plan de trabajo para la optimización del producto, la optimización del proceso, así como la caracterización química y microbiológica de la materia prima y las primeras corridas de elaboración del producto. Ante la imposibilidad de terminar el plan original, y manteniendo el objetivo de lograr un producto de buena calidad se ajustó el presente trabajo a la producción de miel de aguamiel a escala laboratorio con los siguientes objetivos.

#### 1.1 Objetivos:

- 1.- Determinar la composición química y la calidad microbiológica del aguamiel como materia prima del proceso.
- 2.- Optimizar un proceso de obtención de miel de aguamiel a nivel laboratorio.
- 3.- Obtener una miel de aguamiel que conserve sus componentes nutricionales de la materia prima y sea estable, determinando la posible vida de anaquel.

**CAPITULO 2**  
**ANTECEDENTES**

## **2. Antecedentes**

### **2.1 Descripción del maguey pulquero (30, 31):**

*El maguey pulquero pertenece a las amarilidáceas xerófitas. Su raíz es fibrosa, su tallo muy corto y grueso; las hojas, cuyo número varía de 30 a 50 son de color verde oscuro y sus bordes están provistos de gruesas espinas triangulares que rematan en una púa fuerte y oscura. Las hojas son grandes, pues su longitud varía de 1 a 2.5 metros y su anchura es de unos 30 centímetros son muy gruesas y angostas cerca de la base y se distribuyen muy juntas en torno del tallo formando una roseta, lo que determina la forma característica del maguey.*

*El maguey florece sólo una vez y muere poco después. La edad en que se inicia la floración depende de diversos factores tales como la especie o la variedad, las características del terreno, el clima y los cuidados agrícolas que se hayan proporcionado.*

*En los magueyes cultivados la floración se presenta de los 8 a los 12 años, pero en los silvestres es más tardía. Al llegar la floración, la yema central de la planta también llamada cogollo o meyolote, emite un tallo o pendúculo floral llamado quiote, que se desarrolla en poco tiempo y cuya altura llega a ser superior a 5 metros, este tallo floral remata en un enorme racimo compuesto, cuyas ramificaciones tienen numerosos grupos de flores erguidas, de color verde amarillento.*

*El maguey pulquero por excelencia es el de variedad manso, es propio de la zona magueyera de Hidalgo y Tlaxcala, pero también se encuentra en lugares cercanos pertenecientes al Estado de México y Puebla.*

### **2.2 Características del suelo y del clima para el desarrollo del maguey.**

*El maguey crece en regiones poco lluviosas, con temperaturas templadas y frías, suelos resacos y duros. Los suelos de la zona típicamente magueyera son por lo general pobres, su capa arable es muy delgada de 30 a 40 centímetros; su composición es arcillosa y arcilla-arenosa; en el subsuelo predomina la arcilla formando capas sumamente compactas (tepetate). En muchos casos son terrenos pedregosos y de ondulaciones más o menos pronunciadas. La altura predominante es*

alrededor de 2 mil metros sobre el nivel del mar. El clima de la región es más bien frío y su régimen de lluvias pobre e irregular en tanto que el período de heladas es amplio. En esta región, la pobreza de los suelos y los fenómenos atmosféricos, como la rápida evaporación, los cambios bruscos de temperatura etc. determinan que otros cultivos sean poco viables y muy aleatorios, por lo que es el cultivo del maguey el que mejor se adapta a las condiciones descritas y se le considera insustituible por ser el que ofrece un rendimiento seguro (30, 31).

### 2.3 Labores de cultivo del maguey pulquero:

El maguey que se aprovecha para la obtención de aguamiel generalmente es cultivado; escasamente se utiliza el maguey silvestre para este fin. La multiplicación del maguey se obtiene mediante la utilización de los "hijuelos" o "mecuates" (que en un buen número producen las plantas grandes), en dos formas diferentes: Cultivo de las plantas en viveros antes de la plantación definitiva ó bien la plantación definitiva es directa.

En el primer caso que es poco frecuente, se utilizan plantas de 5 a 6 meses de edad y de 1/2 metro de altura aproximadamente sembrándose a distancias de 1.5 a 2 metros. La planta permanece en el vivero 3 años aproximadamente hasta alcanzar una altura conveniente de aproximadamente 1 metro.

En el segundo caso, el maguey permanece junto a la planta grande hasta que alcanza el tamaño adecuado para la plantación definitiva, lo cual se lleva de 2 y 4 años, una vez alcanzadas las condiciones requeridas el agricultor lo arranca, lo limpia, desbarba y poda, quitándole un buen número de hojas, y lo deja en el campo a la intemperie durante algunas semanas con el propósito de que se cree, cuidando de cubrirle el "mezontete" y las heridas causadas al podarlo con pedasos de pencas para, protegerlo contra las heladas, todo esto se hace con el fin de que la planta pierda peso y sea más fácil trasportarla.

El primer método es el menos común y se emplea en terrenos planos y de buen espesor, así como en los inclinados, duros o tepetatosos. El segundo, solo en tierras de capa vegetal de regular profundidad. El barbecho previo a la plantación se efectúa solo en terrenos planos y de capa vegetal adecuada; después de éste y cuando el "mecuate" ha alcanzado el tamaño adecuado, se trazan surcos para colocar el maguey en hoyos o sepas que se abren con palas. La disposición de los magueyes se hace al "trebolillo" de modo que las plantas quedan alineadas

en todas direcciones. En los terrenos duros y en los inclinados el barbecho es difícil y entonces el maguey se planta en cepas a distancias variables, pero generalmente menores que las que se eligen en terrenos planos.

La colocación de la planta se hace en "trebolillos", en las pendientes, una vez plantado el maguey se levanta un bordo en semicírculo hacia la parte más baja del terreno con objeto de retener el agua de las lluvias y proporcionar más humedad. Los terrenos de fuerte pendiente, duros delgados o cerriles se destinan en muchos casos únicamente al maguey lo que permite sembrar un mayor número de ellos por hectárea, mientras que en otros tipos de terrenos no necesariamente se siembra maguey en forma exclusiva.

Por las características dominantes de las tierras en que se cultiva y por su propia rusticidad, el maguey requiere pocas labores de cultivo. Para cultivarlo se atiende únicamente a la reglas que la experiencia ha dictado a los agricultores. No se utilizan abonos en escala apreciable, ni fertilizantes, ni variedades seleccionadas, ni otros recursos que la investigación haya incorporado a la técnica agrícola. Por lo general, el maguey alcanza las condiciones apropiadas para la obtención del aguamiel en un término que varía de 8 a 12 años. La consecuencia de una explotación prematura es la disminución en la cantidad y calidad del aguamiel.

El cultivo del maguey no debe ser subestimado, pues su explotación la justifican hechos geográficos y razones económicas. Debe estimularse su cultivo con el fin de aprovechar las tierras que sólo sirven para esta explotación y para mantener una fuente regional de ocupación y sobre todo, para que la industria magueyera tenga nuevas alternativas y pueda disponer de materia prima legítima (aguamiel) en mayor cantidad, lo que redundaría en beneficios para la población.

#### **2.4 Aprovechamiento del maguey para la obtención del aguamiel.**

Para obtener el aguamiel es necesario someter el maguey a algunas operaciones que se verifican cuando la planta se aproxima a su madurez.

La primera de estas operaciones es la "capazón", que tiene por objeto evitar que el maguey florezca y consuma los jugos que almacena en sus hojas durante esta fase de desarrollo, en el cual produce un tallo floral o quito de grandes dimensiones.

El aguamiel no es otra cosa que la savia del maguey y su obtención se logra mediante la interrupción del desarrollo normal de la planta. Cerca de los 10 años, la configuración del maguey indica que la floración está próxima: el "cogollo" o "meyolote" se adelgaza, a la vez que sus hojas exteriores pierden las espinas de sus bordes en la parte inferior; las pencas exteriores se ven más cercanas al "meyolote" y sus extremos se doblan ligeramente hacia el centro de la planta; al mismo tiempo, las púas terminales de la pencas se hacen más agudas y toman una coloración más oscura especialmente la púa del "cogollo". Si el maguey se "castra" cuando presenta estas características que -según los conocedores- indican que la planta se encuentra en las condiciones más adecuadas para su explotación desde el punto de vista de la cantidad y la calidad del aguamiel que se obtiene, se dice que se castró "al hilo". Cuando la castración se anticipa se dice que se castró "gordo". A esta castración prematura también se le llama "quebrar el maguey" y ha sido una de las causas del agotamiento de las magueyerías, puesto que, al reducir la producción de aguamiel por planta hubo que explotar un número mayor de magueyes para cubrir el consumo ordinario de aguamiel.

La castración se lleva a cabo en la forma siguiente: primero se hace una inspección alrededor de la planta se dice que "se carea" buscando la parte más accesible para llegar al cogollo; fijada esta vía de acceso, que es el lado por donde el cruzamiento de las pencas es menor, se rebanan las orillas de las pencas exteriores para quitarles las espinas y poder inclinarlas hacia los lados, se aproxima al cogollo de la planta, para llegar al cual se tiene que cortar la penca que le cierra el paso denominada "penca de la llave", a continuación se deshoja el cogollo con las manos jalando las pencas exteriores, para llegar al cono de hojas interiores, que se arrancan fácilmente por ser quebradizas. Luego se cortan algunas de las pencas que rodean al meyolote para facilitar la extracción completa de la yema o embrión del tallo "huevo" o "huevito" porque si esta yema no se extrae totalmente la planta dará un tallo floral incompleto y se inutilizará para la obtención del aguamiel; cuando esto sucede se dice que el maguey "se atoruna". Para señalar los magueyes castrados se usan hojas tiernas del cogollo prendiéndolas en las púas de las pencas más altas "banderillas". El instrumento empleado por el capador consta solamente de un cuchillo bien afilado y un palo de encino, de forma de cuña en uno de sus extremos denominado "quebrador", que se emplea precisamente para quebrar el meyolote y las hojas tiernas que lo rodean por su parte más baja, operándolo a modo de palanca.

Concluida la capazón, el maguey se deja "orear" con el propósito de que el tallo de la plantá o mezontete, así como las hojas centrales, alcancen su máximo desarrollo y también, como dicen los prácticos, para que el aguamiel "amacice" o sea para que alcance el mayor contenido de azúcar. A esta operación se le llama también dejar el maguey "añejar". La duración del período que permanece el maguey añejándose depende de varios factores: en tierras profundas puede ser hasta de 1 año y en tierras delgadas de 6 meses, sin que el aguamiel se vea afectado.

Cuando el maguey "capón" llega al estado de añejamiento conveniente, que los agricultores identifican por la aparición de ciertas manchas en las hojas de las plantas, se procede a la "picazón" operación que tienen por objeto, por una parte abrir en el tallo del maguey mezontete, la cavidad en que habrá de acumularse el aguamiel, y por otra parte producir en la planta la lesión necesaria para que el aguamiel fluya. Para esto lo primero que hace el operario es cortar algunas de las pencas del cogollo o cercanas a él, que la capazón dejó en pie. Luego separa la costra o cicatriz producida por la capazón y finalmente pica con una barreta u otro instrumento adecuado la parte descubierta del tallo para preparar la apertura de las "taza". Utilizando el raspador, el operario da forma a esta cavidad, raspando la masa de tejido blando removida por la capazón, deja la raspadura dentro de la misma y cubre finalmente la entrada de ésta con pedazos de penca.

Terminada la picazón en la forma descrita, el maguey se deja a "podrir" según expresiones de los prácticos, durante un pequeño período de 4 a 10 días, según la estación y los cambios de temperatura.

Después de que el maguey permanece durante varios días en las condiciones descritas, viene finalmente la "raspa" operación que inicia la producción de aguamiel. Se limpia la boca del "cajete", y se extrae la raspadura que quedó dentro de él al efectuarse la picazón y se raspa las paredes de la cavidad, para abrir las bocas de los vasos por donde el aguamiel fluye. Después de 1 a 2 días de hecho lo anterior, el maguey empieza a "soltar" aguamiel.

La producción de aguamiel es reducida durante los primeros días, pero va en aumento hasta alcanzar su máximo de 2 a 3 semanas después de haberse iniciado la raspa, y se mantiene en este nivel durante 2 meses más o menos, para declinar, después de alcanzado este máximo, también en forma paulatina, hasta registrar cantidades mínimas en los últimos días de la existencia productiva de la planta.

El período que permanece en producción el maguay es de 3 meses, en promedio. La recolección del aguamiel se verifica diariamente, por las mañanas y por la tarde. Algunas veces se recoge también al medio día, durante el verano para evitar que las lluvias echen a perder el aguamiel. Cada vez que se "levanta" el aguamiel, se efectúa también la "raspa". Para llevarla a cabo, el operario o "tlachiquero" (del verbo náuatl *tlachiti-* aspirar) utiliza una especie de cuchara grande, redonda, bien afilada y de mango corto llamado raspador u "ocaxtle" con la cual corta capas más o menos finas, uniformes en las paredes del "cajete", para mantener abiertos los vasos de salida del aguamiel; la raspadura o viruta que se separa del tallo del maguay mediante la raspa recibe el nombre de "metzal" y algunos tlachiqueros la juntan para la alimentación de puercos.

La raspa es una operación que requiere cierta maestría por parte de quien la realiza, pues no debe lesionarse excesivamente la planta, lo que ocasionaría una disminución de la producción.

El maguay manso es la variedad más ventajosa tanto por que su producción es importante (2 litros por día en promedio durante 3 meses), como porque es la de mejor calidad. También influyen en la cantidad de aguamiel que da el maguay ciertos hechos relativos a la forma en que el tlachiquero efectúa la "raspa". Si este tiene la mano "pesada" si la "recarga" o la "aprieta" demasiado es decir si al efectuar la raspa hace cortes más gruesos de lo conveniente, la planta se resiste disminuyendo la cantidad de aguamiel que produce.

Esto, dentro del hecho claramente observado de que la cantidad de aguamiel que produce el maguay no es constante durante todo el período de producción, si no que primero es creciente hasta alcanzar el máximo y después desciende hasta suspenderse por completo. También factores de carácter climatológico, influyen sobre la cantidad de aguamiel que produce el maguay. La explotación de maguay, la recolección del aguamiel y el transporte de éste se hace en la actualidad casi en la forma y con los medios que se usan desde hace ya muchos años.

La recolección del aguamiel hecha inmediatamente antes de la raspa, la efectúa el tlachiquero, con el "acocote", es como una especie de pipeta volumétrica hecha de una cáscara seca de calabaza alargada, con orificios en sus dos extremos, uno de los cuales porta un pedazo de cuerno horadado. El tlachiquero introduce el extremo del "acocote" que tiene el cuerno, en el cajete del maguay que contiene el aguamiel y aspira a manera de succionar el aguamiel, habiéndolo logrado, con un dedo obtura el orificio interior del cuerno en el "acocote", para impedir la

salida del agüamiel, hasta vaciarlo en la "castaña" (este es un recipiente de piel curtida), en el que el agüamiel es transportado sobre el lomo de las mulas.

La deficiencia principal que se observa en estas actividades es la falta de higiene. En contra de la introducción de nuevos utensilios e instrumentos de trabajo influyen la rutina de las prácticas viejas, la indolencia de los productores, ciertas deficiencias implícitas en el empleo de los útiles propuestos y, sobre todo, el hecho de que su aplicación significa erogaciones para los agricultores.

**CAPITULO 3**  
**COMPOSICION QUIMICA DEL AGUAMIEL**

### 3. Composición Química del Aguamiel.

Para la determinación de la composición Química del aguamiel, en el presente capítulo se exponen valores obtenidos de diferentes trabajos experimentales con el propósito de tener un mejor conocimiento de nuestra materia prima y puntos de comparación para nuestros valores experimentales; así como los datos de la Norma Oficial Mexicana del aguamiel.

Para cumplir con las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana es necesario extraer el aguamiel en condiciones óptimas, es decir que no exista ningún tipo de adulteración y que el aguamiel sea analizado casi en el momento de ser extraído del maguey.

Existen variables que afectan la calidad del aguamiel y que fueron determinados como puntos críticos para el proceso, ya que para la obtención de miel de aguamiel se requiere de una materia prima muy similar a la descrita por la Norma Oficial Mexicana. Esta composición se ve afectada por el tiempo transcurrido desde la recolección, las condiciones higiénicas de ésta, la temperatura ambiental y la microflora original. Todas estas variables, hacen que empiece a fermentar espontáneamente prácticamente al momento de la recolección.

La fermentación hace variar la composición química con gran rapidez; por lo que fue necesario agregar al recipiente de recolección un conservador (excepto en el caso de las muestras que serán utilizadas en el análisis microbiológico) y en todos los casos se recomienda reducir el tiempo entre la recolección y el inicio de los análisis ó del proceso a máximo una hora.

#### 3.1 Norma Oficial Mexicana del aguamiel (36).

En la NOM-V-22-1972, considera 2 tipos de aguamiel con un solo grado de calidad. Ambos tipos deben cumplir con la definición de los incisos 1.2.1 al 1.2.7 y las especificaciones de la tabla I, además de los incisos 4.1.1 para el tipo I y 4.1.2. para el tipo II (ver apéndice I)

**Tabla I. Composición química del aguamiel. Norma Oficial Mexicana del Aguamiel (36).**

ESPECIFICACIONES	TIPO I		TIPO II
	mn.	máx.	No menor de:
pH	6.6	7.6	4.5
Densidad (°Bé)	5	7	4.5
Índice de refracción (20°C)	59	100	27
Sólidos Totales g/100 ml.	13	17	7
Azúcares reductores totales (expresados como glucosa) g/100 ml.	8	12	6
Azúcares reductores directos (expresados como glucosa) g/100 ml.	2	3	3
Gomas (expresados como glucosa) g/100 ml.	2	6	0.20
Proteínas g/100 ml.	0.300	0.600	0.100
Cenizas g/100 ml.	0.300	0.430	0.100
Acidez (como ác. láctico) mg/100 ml.	0.90	1.03	4

### 3.2 Composición de aminoácidos.

En la Tabla II se muestran datos referentes al contenido de aminoácidos en el aguamiel. (como g por cada 100 g de aguamiel, B.H.)

Tabla II (25, 30).

Aminoácido	g/100 g.
Lisina *	0.021
Histidina *	0.023
Arginina	0.002
Acido Aspártico	0.032
Treonina *	0.102
Serina	0.047
Tirosina *	0.006
Acido Glutámico	0.040
Prolina	0.008
Alanina *	0.003
Valina *	0.012
Metionina *	0.003
Isoleucina *	0.009
Leucina *	0.008
Fenilalanina *	0.014

\* aminoácidos indispensables.

### 3.3 Tabla III. Contenido de minerales en el aguamiel. (25, 30)

Minerales	mg/100 ml
Calcio	0 - 6
Magnesio	0 - 7.5
Hierro	0 - 1.5
Cobre	0 - 1.3
Potasio	0 - 54.5
Fósforo	0 - 6.0

Como este estudio se limita a la obtención del producto a nivel laboratorio, se sugiere que los siguientes puntos sean considerados como puntos críticos para el proceso. Si en algún momento se llegara a considerar este trabajo para la instalación de una planta piloto es importante considerarlos para elaborar un programa de control de calidad.

Los aguamieles recogidos de las distintas zonas de producción, al ser mezclados presentan diferentes características, en función de la época del año, del tiempo de recolección y transporte y de los volúmenes aportados por cada proveedor; las características más importantes son: concentración de azúcares, crecimiento microbiano, pH y acidez. Por ello la elaboración de la miel tiene que empezar por la caracterización del aguamiel para determinar los cambios que éste sufre durante el proceso y para establecer las características y condiciones para la recepción de la materia prima.

#### 3.4 Factores que afectan la calidad del aguamiel (30).

Los factores que más efecto tienen sobre la calidad del aguamiel son:

- 1.-Características de los suelos y terrenos donde se ubican los agaves.
- 2.-Labores de cultivo.
- 3,- Clima.
- 4.- Variedad del maguey
- 5.- La explotación del maguey.
- 6.-Tiempo de recolección.
- 7.-Tiempo de transporte.

En el capítulo de antecedentes se han explicado los efectos del suelo, clima y el cultivo del maguey (puntos 1,2,3). Es importante añadir que se ha encontrado una concentración mayor de azúcares en los jugos de aquellos agaves situados en suelos de fácil escurrimiento en pendiente, ello se explica en función de la menor cantidad de agua que absorbe la planta.

4.- Respecto a las variedades del maguey, el maguey manso ó Agave atrovirene es la variedad más ventajosa tanto porque su volumen de producción es de 2 litros por día en promedio durante tres meses como porque es la de mejor calidad, además de ser la más abundante en la zona magueyera.

Según el herbario Cassiano Conzatti se han identificado 14 especies magueyeras (9).

5.-Se recomienda recolectar el aguamiel de las seis a las ocho horas, y de las dieciséis a las dieciocho horas en época de invierno, es ésta la más favorable para la elaboración de la miel a partir de aguamiel, y en verano de siete a nueve horas, y de las quince a las diecisiete horas.

6.- El tiempo de recolección afecta en forma inversamente proporcional a la concentración de azúcares, y en forma directamente proporcional a la concentración de ácido. Dicha recolección se realiza en los centros de acopio, los cuales no deberán encontrarse en un radio mayor de dos kilómetros tomando como centro de ubicación el lugar de producción. Lo anterior se explica en que la recolección no deberá exceder de un tiempo mayor a media hora después de la raspa.

7.-El tiempo de transporte desde la zona recolectora hasta la productora, afecta en la misma forma que el tiempo de recolección.

### 3.5 Composición química en dos diferentes estaciones del año.

En la Tabla IV se dan algunos datos que nos indican las diferencias que pueden existir entre una estación y otra. El clima afecta al aguamiel en la concentración de azúcares, ácidos y pH, debido a que una temperatura elevada, acelera los procesos fermentativos, disminuyendo los azúcares del aguamiel y aumentando la ácidos. Una humedad mayor en el suelo nos trae como consecuencia menor concentración de azúcares.

Tabla IV (30)

Especificaciones	Invierno	Verano
pH	5,45 - 5,95	4,45 - 4,75
Densidad en Grados Baumé (°Bé)	5,45	4,95 - 5,45
Sólidos Totales g/100 ml.	9,75	8,0
Azúcares reductores totales (expresados como glucosa) g/100 ml.	8,5	6,5
Azúcares reductores directos (expresados como glucosa) g/100 ml.	2,5	2,5
Acidez (expresado como ác. láctico) mg/100 ml.	0,17 - 0,21	0,27 - 0,31

**CAPITULO 4**  
**MICROBIOLOGIA DEL AGUAMIEL**

#### 4.- Microbiología del aguamiel.

La flora microbiana del aguamiel es un punto que merece especial atención puesto que hace al aguamiel muy vulnerable a la fermentación, en cuyo caso se transforma en pulque, impidiendo su utilización para la obtención de nuestro producto: miel de aguamiel. Por esta razón se hizo un estudio para establecer el periodo de conservación del aguamiel, en función de la microflora presente. Dicho estudio se inició con una revisión bibliográfica.

4.1 En la tabla V se reportan los microorganismos aislados del aguamiel por Herrera y Ulloa (17, 25).

Tabla V  
Microorganismos  
Bacterias

Acetobacter aceti  
Bacillus cereus  
Lactobacillus buchneri  
Lactobacillus plantarum  
Lactobacillus brevis  
Leuconostoc dextranicum  
Leuconostoc mesenteroides  
Micrococcus candidus  
Micrococcus luteus  
Micrococcus roseus  
Sarcina flava  
Zymomonas mobilis  
Levaduras  
Candida parapsilosis  
Rhodotorula incarnata  
Torulopsis sukamellii  
Pichia membranaefaciens  
Saccharomyces cerevisiae  
Noceckera apiculata

Considerando la composición química del aguamiel, es claro que constituye un medio favorable para la proliferación de diversos microorganismos como los que se reportan en la tabla V. Estos microorganismos le comunican sus características de líquido fácilmente alterable, además del efecto que tiene la flora de la contaminación ambiental.

Las condiciones del muestreo de campo, transporte, envasado y manipulación antes y durante la siembra en los medios de cultivo provocan que se inicie una fermentación espontánea en muy poco tiempo. Para hacer el análisis microbiológico se redujo el tiempo entre la recolección y el análisis a 30 min.

A continuación se mencionarán algunas de las características generales de los microorganismos (5, 18) que se encuentran en el aguamiel con el fin de tener un mejor conocimiento de la materia prima, y de los posibles efectos de dichos microorganismos en el proceso.

#### **Acetobacter.**

Bacilos elipsoidales, rectos o ligeramente curvos. En cultivos jóvenes son Gram (-), mientras que en cultivos viejos son Gram variables, pueden ser móviles (flagelados peritricos) o inmóviles.

Los miembros del género Acetobacter son aerobios estrictos, con metabolismo respiratorio, nunca fermentativo. Destacan por la oxidación del etanol a ác. acético; también oxidan el acetato y lactato a  $CO_2$  y  $H_2O$ .

Las especies del género Acetobacter se encuentran en frutos y hortalizas agriando los jugos de frutas y las bebidas alcohólicas (cerveza y vino).

#### Micrococcus.

Células esféricas, estrictamente aerobias catalasa-positiva, aisladas o en parejas y característicamente divididas en más de un plano para formar agregados irregulares, tetradas o paquetes cúbicos. Pueden crecer en presencia del 5 % de sal.

Los micrococos se encuentran en el suelo, en el agua, en el polvo y en la piel del hombre y otros animales. Así mismo, aparecen en una gran variedad de alimentos, especialmente leche: son importantes como potenciales microorganismos de descomposición.

#### Leuconostoc.

Células esféricas o lenticulares emparejadas o formando parejas. A menudo tienen necesidades nutricias complejas: vitaminas, aminoácidos y un carbohidrato fermentable. Fermentan la glucosa en ác. láctico, etanol y CO<sub>2</sub>.

Estos organismos son importantes en la fermentación y deterioro de los alimentos. No son patógenos L. mesenteroides y L. dextranicum, producen dextranos dando lugar a la presencia de un mucilago característico en las soluciones azucaradas, que son importantes en la producción de viscosidad.

Linder aisló del pulque la bacteria *Symonans mobilis* que produce etanol, ácido láctico, CO<sub>2</sub> y acetilmetilcarbinol (Goncalves de Lima, 1978). Se piensa que esta bacteria juega un papel en la fermentación del pulque.

### Bacillus.

Bacilos normalmente Gram-positivo, aunque en cultivos más viejos pueden aparecer como Gram-negativos. La mayoría son móviles, producen catalasa y ácido, pero no gas, a partir de la glucosa.

Las células de este género varían de aerobios estrictos a anaerobios facultativos. Los requerimientos nutritivos pueden ser simples o complejos.

Hay psicrófilos, mesófilos y termófilos. La temperatura mínima varía entre -5 y 45 °C aproximadamente y la máxima es para algunas especies de 25 °C, y para otras de más de 75 °C.

Bacillus puede ser encontrado en el suelo, agua, materias fecales y materiales de descomposición, así como en varios alimentos o en sus ingredientes.

### Lactobacillus.

Organismos en forma de varillas curvadas o rectas que aparecen en solitario o formando cadenas. Pueden ser bacilos largos y delgados o cocobacilos cortos. Generalmente son inmóviles. Su crecimiento se potencia con una concentración del 5 al 10% de CO<sub>2</sub>. Sus necesidades nutricias suelen ser complejas. En este género se encuentran tipos homo y heterofermentativos.

Los lactobacilos se encuentran en materiales vegetales y animales, en varios lugares del cuerpo del hombre y de animales de sangre caliente (inclusive el tracto intestinal) y en varios alimentos (productos lácteos, semillas, productos cárnicos, en la salmuera de las carnes curadas, cerveza, vino, fruto y jugos de fruta, levaduras, escabeches).

Dadas las complejas necesidades nutricias se utilizan en ensayos para determinar el contenido de vitaminas, aminoácidos y otros nutrientes en los alimentos.

#### **Levaduras.**

Las levaduras han sido definidas como hongos en los que la forma usual dominante es unicelular, lo cual constituye cierta ventaja sobre la forma micelial de los mohos. Hay una mayor relación superficie volumen, que permite una mayor actividad metabólica. Además, la forma unicelular se disemina más fácilmente que la micelial. Algunas levaduras producen un verdadero micelio por fisión de células que permanecen agregadas. Un pseudomicelio, formado por gemación, presenta constricciones entre las células.

#### **Pichia.**

Células con una gran variedad morfológica, reproducción asexual por gemación multilateral y en la mayoría de las especies con formación de un pseudomicelio, y formación limitada de verdadero micelio.

Las colonias son pegajosas o pastosas de color blanco - amarillento, pardo-amarillento, canela, blanco, crema, blanco - grisáceo o rojo.

Son las levaduras comunes de origen diverso. Su asociación con el alimento determina fermentaciones y putrefacciones. Los alimentos afectados suelen ser la fruta, cerveza, productos lácteos y vino. También aparecen como película que recubre los productos en salmuera.

#### Saccharomyces.

Género compuesto por un grupo de organismos más bien heterogéneo. Las células son esferoidales, elipsoidales, cilíndricas o alargadas. En agar, las colonias son generalmente blancas o de color crema, con un típico olor a levadura.

El nombre Saccharomyces significa azúcar de hongos. Todas las especies producen una fermentación vigorosa y algunas se cuentan entre las levaduras útiles, gracias a la producción de alcohol (elaboración de cerveza) y CO<sub>2</sub> (panificación).

Los organismos de este género están ampliamente distribuidos, asociados con gran variedad de alimentos y pueden deteriora frutos y derivados, azúcar, jarabe, miel, vinagre, mayonesa, salsa y aderezos, productos lácteos (mantequilla, queso) y alimentos fermentados como los pepinillos.

Candida.

Género importante, que contine formas imperfectas de levaduras ascosporógenas, como Debaromyces, Hansenula, Kluyveromyces, Pichia y Saccharomyces.

Estas células son esferoidales, cilíndricas, ovoides y alargadas. Todas las especies forman pseudomicelio y, por fisión, algunas forman un verdadero micelio y clamidosporas. Pueden producir alcohol por fermentación.

Los organismos de este género esta ampliamente distribuidos en el suelo, agua y aire, en las plantas, insectos, animales superiores, hombres, aguas residuales, en el equipo de procesado y en los productos alimenticios.

Estos organismos intervienen en el deterioro de varios alimentos: salchichas, frutas frescas, hortalizas, productos lácteos, conservas en salmuera y bebidas alcohólicas.

### Rhodotorula.

Los organismos de este género están ampliamente distribuidos e intervienen en la deterioro de una gran variedad de alimentos.

Son útiles como fuente de lípidos, cisteína, metionina y para la degradación de los desechos generados en la producción de proteínas.

### Torulopsis.

Estas células son esféricas, ovoides o alargadas y se reproducen por germinación multipolar. Torulopsis se diferencia de Candida por que no le es posible formar un pseudomicelio, de Cryptococcus por no producir almidón, y de Rhodotorula por no producir pigmentos carotenoides.

Las colonias son normalmente blancas o de color crema, de aspecto satinado o brillante aunque también pueden ser deslucidas. Se encuentran especies de Torulopsis en varios tipos de alimentos y se cree que son las que causan la costra blanda superficial en el requesón, la pudrición de la carne de res refrigerada, el enranciamiento de la crema, mantequilla, leche condensada azucarada y varios alimentos en salmuera.

**CAPITULO 5**  
**MATERIALES Y METODOS**

## 5. Materiales y métodos.

El presente capítulo menciona las técnicas seguidas para la obtención de los datos experimentales bajo el siguiente orden: Primero se mencionara equipo y material con que se debe contar en el laboratorio para la realización de dichas técnicas y enseguida se describirán los métodos de prueba utilizados los cuales son indicados por la NOM-V-22-1972 (norma del aguamiel) y por último se mencionaran algunos de los fundamentos teóricos de los métodos usados.

### 5.1 Equipo y material requerido.

Autoclave vertical TC - 2 E 3 Técnica científica, S.A.

Balanza analítica E. Mettler. Zurich, Modelo 135 +/- 0.1 mg.

Campana extractora de gases.

Campana de flujo laminar V.S.C.O.

Centrífuga tachometer (ICE) 5000 rpm.

Cuarto frío (de 2 a 4 °C.).

Destilador para método de Kjeldahl.

Digestor para método de Kjeldahl.

Estufa de vacío 0 - 300 °C

Incubadora Nacional Precisión 5 - 70 °C.

Hidrómetro de vidrio (175 mm de longitud) escala en °Bé. tipo masa constante, desplazamiento variable.

Hidrómetro de vidrio (175 mm de longitud) escala en °Bx. tipo masa constante, desplazamiento variable.

Mufa Hevi Duty 0 - 1100 °C.

Parrilla eléctrica con control de temperatura.

Potenciómetro Hanna instruments H18521 electrodo combinado (vidrio/calomel).

Refractómetro de campo escala °Bx. K. Fuji No. 50044 W.S.R.O 72 y Atago N3 Brix 58 a aprox. 90 %.

Rotavapor Laboratoriums-TECHNIKAG CH-9230 FLANLL/SCHWEIZ.

Material de vidrio común de laboratorio.

Los reactivos utilizados son grado analítico y serán señalados en cada uno de los pasos experimentales en que fueron utilizados.

Medios de cultivo utilizados.

Medio Endo.(Bioxon)

Medio agar papa dextrona, acidificado.(Bioxon)

Medio agar tripton extracto.(Bioxon)

### 5.1 Recolección de la materia prima (aguamiel).

Como materia prima se utilizaron aguamieles obtenidos de diferentes magueyes procedentes del área de Axapusco (Edo. de México), Santa María Tejaqueto (Hidalgo) y de Milpa Alta.

Los aguamieles recolectados (ver antecedentes) de diferentes magueyes eran depositados en garrafrones de plástico. Las muestras destinadas a los análisis microbiológicos no se les adiciona ningún conservador mientras que a las destinadas al análisis bromatológico se les adiciona 20 ppm de metabisulfito de sodio (27, 61).

Ambas muestras eran depositadas en una cubeta con hielo con el objeto de conservarlas a baja temperatura (aproximadamente 5 °C) hasta su llegada al laboratorio. Posteriormente fueron colocados en frascos de vidrio limpios y secos cerrados herméticamente conservándose en un cuarto frío; las muestras permanecen así hasta antes de ser sometidas a los respectivos análisis.

Para el caso del producto terminado se reunió una cantidad considerable de aguamiel de diferentes variedades de maguey las cuales fueron homogeneizadas para obtenerse un solo lote.

Tanto a la materia prima (aguamiel) como al producto terminado (miel de aguamiel) se les realizó un análisis bromatológico con el fin de conocer la composición química de los mismos y por otra parte un análisis microbiológico por ser de importancia para la salud pública, un indicador del tiempo de vida útil del producto y como una garantía de la higiene del proceso.

## 5.2 Métodos de prueba.

Para determinar la composición química de la aguamiel se pudieron haber utilizado métodos de prueba más actualizados y confiables pero debido a que se contaba con una Norma Oficial Mexicana del aguamiel se determinó seguir los métodos de prueba que ésta señalaba por considerarse oficiales.

Para verificar las especificaciones que se establecen en la NOM-V-22-1972 (norma del aguamiel) aplicaremos las siguientes Normas Oficiales Mexicanas de métodos de prueba en vigor.

- DGN-V-17- Determinación del extracto seco y cenizas en bebidas alcohólicas.
- DGN-V-24- Determinación de densidad (grados Baumé).
- DGN-V-29- Determinación de Proteínas.
- DGN-V-40- Determinación de reductores totales y directos.( en glucosa)
- DGN-V-41- Determinación de pH.
- DGN-V-42- Determinación de la acidez total.
- DGN-V-45- Determinación de índice de refracción a 20 °C con el refractómetro de inmersión.
- DGN-F-111- Determinación de sólidos totales.

En el caso de las gomas se aplica el método de prueba DGN-V-40 con algunas modificaciones.

A continuación se mencionará brevemente la técnica que se siguió en cada uno de los métodos señalados en los párrafos anteriores.

### Cenizas totales

Las cenizas de los productos alimenticios están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado a no más de 550°C. Las cenizas obtenidas no tienen necesariamente la misma composición que la materia mineral presente en el alimento original, ya que pueden haber pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes. La composición de las cenizas depende de la composición de materia orgánica de la cual provienen; también dependen del método de incineración. En general los componentes más frecuentes son : Ca, P, Fe, Na, K, Mg, Nn, Cu, S. Es importante

esta determinación, en nuestro caso, porque un contenido alto de minerales puede provocar la cristalización de la miel de aguamiel. El valor de las cenizas puede considerarse como una medida general de la calidad, y a menudo es un criterio útil para determinar la identidad de un alimento. Cuando hay un alto contenido de cenizas se sugiere la presencia de un adulterante inorgánico, que obviamente no será nuestro caso (47).

Para la determinación de cenizas se utilizó el método descrito en la norma DGN-V-17- (Determinación del extracto seco y cenizas en bebidas alcohólicas). En una cápsula de platino a peso constante, se agregaron 5 ml de muestra; para el caso del aguamiel como presenta un alto contenido de humedad es necesario secar en un baño de agua mientras que en la miel de aguamiel este paso se omitió, posteriormente se carboniza la muestra para lo cual, se coloca la cápsula sobre un mechero en forma inclinada. La carbonización finaliza cuando se detenga la emisión de humo, indicación de que ya fueron quemadas todas las sustancias combustibles. Finalmente la cápsula se coloca en la mufla a 525 °C durante un período de tiempo que va de 3 a 4 horas. El punto final es cuando se observa un color blanco o gris de las cenizas (39).

$$\% \text{ cenizas} = \frac{g/100 \text{ ml} - \text{peso de cápsula c/muestra} - \text{peso de cápsula}}{\text{volumen de muestra}} \times 100$$

#### Grados Baumé

Los grados Baumé ó Beaumé se refieren a una escala aerométrica relacionada con la densidad y basada en la concentración de las soluciones salinas. Su utilización en confitería sirve para definir la concentración de los jarabes de glucosa (32). Los grados Baumé no poseen relación conveniente en términos de porcentaje, con la composición de las soluciones de azúcar, y por este motivo casi ha desaparecido de la industria azucarera.

Se relacionan los °Be. con la densidad a 20 °C utilizando la fórmula del National Bureau of Standards que suele llamarse el Bé. módulo 145 (47, 32, )

$$d = 145 - ( 145 / \text{densidad relativa } 20^{\circ}/20^{\circ}\text{C} )$$

Para la determinación de los ° B<sub>é</sub> se utilizó el método descrito en la norma DGN-V-24- (Determinación de densidad en grados Baumé). Para determinar los °B<sub>é</sub> se debe tener tanto la muestra, probeta, hidrómetro y termómetro a la temperatura a la que se realiza la prueba. La probeta para hidrometría debe ser de vidrio claro, debe tener un diámetro interno 20 mm más grande que el diámetro externo del hidrómetro que se utiliza, la altura de la probeta debe ser tal, que la columna de la muestra que contenga, sea mayor de 25 mm a la posición del hidrómetro que se sumerge y alcance la superficie de la muestra. El hidrómetro se sumerge cuidadosamente en la muestra a un nivel de 2 pequeñas divisiones de la escala (cuidando que no se formen burbujas de aire), después liberar y cuando el hidrómetro quede en reposo, flotando libremente y la temperatura de la muestra sea constante, leer en la escala con aproximación de media división. Se determina la línea limitante de la escala, colocando la vista ligeramente abajo del nivel del líquido.

Se reporta la lectura obtenida en la escala del hidrómetro en grados Baumé (38). Del mismo modo, cuando se determinan grados Brix se utiliza un hidrómetro con escala en °Bx. y se siguen las mismas indicaciones explicadas anteriormente.

Si se utilizara un refractómetro, el índice de refracción de una solución de sacarosa pura es una medida del contenido de sacarosa, y así como el Brix se amplía por conveniencia para que indique los sólidos distintos de la sacarosa pura de las soluciones, así las lecturas de los refractómetros (denominadas por conveniencia "Brix de refractómetro") se utilizan como una indicación de los sólidos presentes en las soluciones impuras.

Teóricamente, cuando un rayo de luz pasa oblicuamente de un medio hacia otro de densidad diferente, su dirección cambia al atravesar la superficie que los separa. A esto se le llama refracción. La medida de la cantidad en que se desvía la luz se conoce como el índice de refracción y es la relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción. El índice de refracción de dos medios varía con la temperatura y con la longitud de onda de luz (32).

Para determinar el índice de refracción se pueden utilizar diversos refractómetros pero en nuestro caso el más práctico sería un refractómetro manual en el que se indique directamente el porcentaje de sólidos. Para realizar la determinación es necesario primeramente calibrar el refractómetro utilizando agua

destilada, posteriormente se colocan de 2 a 3 gotas de muestra (previamente centrifugada) en el prisma del refractómetro; la temperatura debe estar a 20 °C o bien es necesario que se ajuste.

#### **Determinación de azúcares**

Los métodos de que se dispone para la determinación cuantitativa de azúcares se basan principalmente en refractometría, hidrometría, polarimetría, reducción de cobre, cromatografía de intercambio iónico y los métodos colorimétricos como fenol sulfúrico. El método que se usará depende de varios factores, por ejemplo, del tipo y número de muestras, la exactitud, precisión y clase de información que se requiere, tiempo, aparatos y experiencia del personal que se dispone.

Cuando se examinan jarabes puros de composición conocida el refractómetro proporciona un método rápido y moderadamente exacto para estimar el contenido de azúcares. La densidad también es útil, pero cuando se determina con un hidrómetro da menor exactitud (47).

Los sólidos solubles, determinados a partir del índice de refracción y expresados como sacarosa con referencia a tablas, es lo más usado en la industria cuando el objetivo es el control de rutina.

Todos los métodos para la determinación química de hexosas y disacáridos están basados en el hecho de que las disoluciones neutras de estos azúcares, reducen las disoluciones alcalinas de las sales de los metales pesados.

#### **Azúcares reductores totales y directos (expresados como glucosa)**

Los azúcares que tienen en su estructura grupos aldehído o cetónico libres reaccionan como agentes reductores débiles y en su determinación son definidos como azúcares reductores directos; éstos incluyen todos los monosacáridos y algunos disacáridos como la lactosa y la celobiosa, los disacáridos como la sacarosa y rafinosa y los oligosacáridos superiores están constituidos por azúcares simples combinados a través de sus grupos aldehídos y cetónicos y por consiguiente, son carbohidratos no reductores (hasta que sean hidrolizados a sus azúcares reductores constituyentes, definiéndose entonces como azúcares reductores totales).

### **Métodos de reducción del cobre**

Es una práctica común determinar el contenido de azúcar total y la composición de azúcares en productos dulces, utilizando la titulación de Lane y Eynon la cual está basada en el método Fehling-Soxhlet. El método de Fehling se basa en las reacciones que se producen entre las disoluciones de azúcares reductores y la solución de Fehling (sulfato de cobre, tartrato de sodio y potasio e hidróxido sódico), que por calentamiento producen un precipitado de óxido cuproso proporcional a la cantidad de azúcar reductor presente. Se producen reacciones de óxido-reducción que existen entre los azúcares reductores y la sosa (NaOH) y posteriormente entre el exceso de ésta última y del cobre divalente ( $\text{CuSO}_4$ ) para formar un precipitado de color rojo ladrillo de  $\text{Cu}_2\text{O}$  en el punto final de la reacción (34, 52).

El método que se utilizó en esta tesis para determinar azúcares fue la titulación de Lane y Eynon que consiste en determinar los azúcares reductores en una muestra antes de realizar una inversión de los azúcares presentes (azúcares reductores directos) y después de la inversión (azúcares reductores totales) y fue realizado como lo indica la norma DGN-V-40- (Determinación de reductores totales y directos) (42) .

Los reactivos que se utilizan son:

a) Reactivo de Fehling que consta de volúmenes iguales de dos soluciones, una que es sulfato de cobre pentahidratado y una solución de tartrato doble de sodio y potasio (sal de la Rochelle).

b) solución estándar de azúcar (sacarosa) invertido . Se pesan 1.9 g de sacarosa G.R., disolver en un matraz aforado de 100 ml con 60 ml de agua, calentar a 65 °C en baño María y adicionar 5 ml de HCl conc. dejar en reposo mínimo 1 hr; enfriar aforar y mezclar perfectamente. Neutralizar 25 ml de esta solución en un matraz aforado de 500 ml adicionando NaOH aprox. 5 N usando papel tornasol; enfriar, aforar y mezclar. Esta solución será utilizada para valorar el reactivo de Fehling.

1 ml de esta solución= 0.001 g de azúcar invertido.

Solución estándar de glucosa, disolver 0.5 g de glucosa anhidra G.R. en solución de ác. benzoico al 0.2% aforar a 500 ml.

1 ml de esta solución= 0.001 g de glucosa.

c) solución indicadora de azul de metileno al 0.2 % (P/V) usando como solvente alcohol metílico.

#### Preparación de la muestra problema.

Para determinar azúcares reductores totales en el aguamiel se requiere realizar una inversión. Se toman 100 ml de muestra libre de sedimentos; se colocan en un vaso de precipitados y se evapora a la mitad de su volumen. Se recupera con 25 ml de agua y se transfiere a un matraz Erlenmeyer de 300 ml, cuidando que el volumen total no se exceda de 100 ml. Se agrega mientras se agita 10 ml de HCl (conc), se calienta en baño María a 60 °C durante 10 min agitando continuamente durante los primeros 3 min. Se enfría a temperatura ambiente y se neutraliza con solución saturada de NaOH, posteriormente se afora a 100 ml.

Para la determinación de los azúcares reductores directos se utilizará una muestra libre de sedimentos y sin una inversión de los azúcares presentes.

En el caso de miel de aguamiel se pesan 2.5 g de muestra se disuelven en 50 ml de agua destilada por agitación (si es necesario se calienta levemente). A continuación se defeca la muestra con 2.5 ml de solución saturada de subacetato de plomo, se agita, se afora a 100 ml y se filtra. El plomo en exceso se precipita con 1 ml de solución saturada de oxalato de potasio, se filtra nuevamente para eliminar el precipitado y se verifica el pH (éste debe ser neutro) de esta solución problema se toma una alícuota de 25 o 50 ml y se titula el reactivo de Fehling, con el objeto de determinar reductores directos. De la solución problema se toman 25 ml se transfieren a un matraz aforado de 100 ml, al cual se le introduce un termómetro y se coloca en un baño de agua con el objeto de invertir la solución, lo que se hace de la forma ya descrita, solo que ahora se utilizan 5 ml de HCl conc, concluida la inversión, el matraz se afora y se procede a titular el reactivo de Fehling para la determinación de azúcar invertido.

Para determinar tanto los azúcares totales como los directos se utilizará el mismo procedimiento que para la titulación del reactivo de Fehling, además se tendrá que hacer un blanco. En cada una de las determinaciones se utilizará la solución problema que se requiera. La forma de expresar tanto los azúcares directos como los totales dependerá de la solución estándar que se utilice para estandarizar el reactivo de Fehling.

#### Titulación .

Se miden 2 ml de cada una de las soluciones que forman la solución de Fehling; se introduce en un matraz Erlenmeyer de 300 ml de capacidad y se adicionan 50 ml de agua destilada y unas perlas de ebullición; se calienta la mezcla de ebullición sobre una parrilla eléctrica y cuando comience la ebullición se agregan con ayuda de una bureta pequeñas cantidades de la solución que contiene el azúcar ( solución estándar de azúcar invertido, solución estándar de glucosa ó solución problema) y se mantiene en ebullición moderada durante 2 min. Sin quitar de la parrilla se agrega 1 ml de la solución de azul de metileno al 0.2 % ; se completa la titulación dentro de un tiempo total de ebullición de 3 min aproximadamente, con pequeñas adiciones de solución de azúcar hasta decoloración del indicador (punto final), se presenta un precipitado rojo ladrillo de  $Cu_2O$ .

Recomendaciones: Tanto la solución estándar y la solución problema a analizar, deberán tener concentraciones tales que se requieran de 15-50 ml de azúcar invertido para reducir todo el cobre del reactivo de Fehling.

Factor= ml gastados de la solución estándar \* concentración en mg.

#### Cálculos

##### 1.- azúcares reductores directos.

$(F \times V / \text{ml gastados}) \times \text{Dilución} \times (100 / \text{g de muestra}) = \text{g}/100 \text{ ml Az. Reductores directos.}$

##### 2.- azúcares reductores totales.

$(F \times 100 / \text{alícuota}) \times (V / \text{volumen gastado}) \times (100 / \text{g de muestra}) = \text{g}/100 \text{ ml Az. Reductores totales.}$

En donde:

V= volumen total de solución problema.

F= concentración de la solución tipo de azúcar en mg/ml.

**Az. Red. Totales (en az. inv.) - Az. Red. Directos (en az. inv.) = Az. no reductores**

**Az. no Reductores (en az. inv.) X 0.95 = SACAROSA**

#### **Gomas**

En el caso de la determinación de gomas como dextrinas, se utilizó el procedimiento descrito en la norma NOM - V - 40 (determinación de reductores totales y directos) variando únicamente el calentamiento en la preparación de la muestra antes de ser analizada (ver pág 31), en vez de la temperatura señalada, calentar a ebullición y reflujo durante una hora y continuar con el método.

La cantidad de gomas estará dada por el valor obtenido en esta determinación menos el de Reductores Totales.

#### **Acidez titulable y pH.**

La acidez puede ser medida por titulación con un álcali hasta un punto final que depende del indicador seleccionado y el resultado se puede expresar en términos de un ácido en particular. El valor de la titulación no indica si los ácidos que están presentes son fuertes o débiles. Sin embargo, si la titulación se sigue potenciométricamente, la curva de titulación que se gráfica puede dar información sobre la fuerza relativa de los ácidos presentes.

En muchos casos, el conocer la actividad de el ión hidrógeno es de mayor utilidad que la acidez titulable. Durante la conservación de alimentos y en su deterioro pueden presentarse cambios debidos a la acción enzimática y al desarrollo de microorganismos. La intensidad de estos cambios es influida marcadamente por la concentración del ión hidrógeno, más que por la acidez titulable. La estabilidad de las proteínas también es influida por la actividad del ión hidrógeno. De aquí que la medición del pH es importante para establecer la efectividad de los conservadores, así como para regular las operaciones de fabricación de alimentos.

El valor del pH puede ser definido como el logaritmo del número de litros de solución que contiene un gramo equivalente del ión hidrógeno.

$$pH = - \log (H^+)$$

En el caso de la determinación del pH se utilizó la metodología descrita en la norma DGN-V-41- (Determinación de pH) (41). Se tomaron 200 ml de muestra (para el caso de la miel de aguamiel fue necesario diluir 1:1), se pusieron en un vaso de precipitado de 250 ml, con ayuda de una barra magnética se agita moderadamente durante 2 o 3 min. ( para eliminar exceso de  $CO_2$  ). A la muestra preparada se le determina directamente el pH en el potenciómetro. La lectura del aparato da directamente el pH.

Respecto a la acidez tanto para la miel como para el aguamiel, ésta fue determinada por el método descrito en la norma DGN-V-42- ( Determinación de la acidez total ) ( 37). En un matraz Erlenmeyer se colocan de 10 a 20 ml de muestra, se adicionan 90 ml de agua ( destilada hervida y enfriada ) solo si es necesario y 2 ml de fenolftaleína al 0.5 % y se titula con solución 0.1 N de NaOH, hasta color rosado permanente.

#### Cálculos y resultados.

Se expresa el resultado en gramos de ácido láctico por 100 ml de muestra.

$$A.T = ( V \times N \times 0.090 \times 100 / M )$$

A.T= Acidez total expresada en gramos de ácido láctico por 100 ml de muestra.

V= ml de NaOH gastados en la titulación de la muestra.

N= normalidad de la solución NaOH usada en la titulación.

0.090= equivalentes del ácido láctico.

M= ml de muestra empleados en la determinación.

#### Determinación de proteína.

El procedimiento básico de Kjeldahl mantiene aún su posición como la técnica más fidedigna para la determinación de nitrógeno total orgánico e inorgánico, además de ser un método considerado como oficial de AOAC.

El método de Kjeldahl está basado en la combustión húmeda de la muestra, calentándola con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores para efectuar la reducción del nitrógeno de la muestra a amoníaco, el cual es retenido en solución como sulfato de amonio. La solución de la digestión se alcaliniza y se destila o se arrastra con vapor para liberar el amoníaco que es atrapado en ácido bórico y titulado (15, 34, 44, 45, 47). Se ha considerado al óxido mercúrico como el catalizador más efectivo aunque con el riesgo de ser tóxico y presentar problemas al desecharlo. Además el mercurio forma complejos con el amoníaco en el líquido de digestión que requieren la adición de tiosulfato de sodio para romper estos complejos y liberar el amoníaco (15, 34, 44, 47). También se ha conseguido reducir el tiempo de digestión por adición de sulfato de sodio o de potasio que elevan la temperatura de digestión.

La determinación de nitrógeno total por los procedimientos normales de Kjeldahl incluye la forma de nitrógeno inorgánico, por ejemplo los nitritos y nitratos. Para convertir nitrógeno en proteína cruda son utilizados factores que se basan en la cantidad promedio de nitrógeno presente en las proteínas de ciertos alimentos, en nuestro caso se utilizara el factor de 6.25 para informar sobre el contenido proteico (44, 47).

Para determinar el contenido de proteínas en el aguamiel se utilizó la norma DGH-V-29- (Determinación de proteínas) (44). Se colocan 100 ml de aguamiel en el matraz de Kjeldahl y se evaporan casi a sequedad; se agregan 0.5 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , 5 g de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y 20 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  conc. y piedras de ebullición para regular la ebullición en la destilación. El sulfato de cobre se utilizará como catalizador de la reacción y el sulfato de potasio nos permitirá aumentar el punto de ebullición de la mezcla, lográndose con ello, aumentar el poder calorífico durante la digestión de la muestra. Agitar con cuidado mezclando perfectamente el contenido del matraz Kjeldahl. Colocar el matraz Kjeldahl con el embudo en posición inclinada, en la estufa con digestor bajo una campana, calentar lentamente e ir elevando la temperatura poco a poco para que la muestra empiece a ebullicir, continuar el calentamiento hasta que haya una total decoloración (solución con un color verde tenue). Enfriar sobre hielo y añadir 50 ml de hidróxido de sodio al 50 %, pedacera o polvo de zinc y conectar inmediatamente el matraz a la alargadera de Kjeldahl, unida al refrigerante que a su vez está conectado a una alargadera la cual va introducida en 50 ml de HCl

0.1 N contenidos en un matraz de 500 ml y adicionados de 3 gotas de rojo de metilo. Destilar aproximadamente 250 ml y el contenido del matraz receptor se titula con solución 0.1 N de NaOH. Es necesario preparar un blanco de igual manera que la muestra problema.

Procedimiento para la determinación de proteínas en el producto: Se pesaron 2 g de muestra en papel glassine y se colocaron en el interior del matraz Kjendahl se adicionaron 0.3 g de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), 10 g de sulfato de potasio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) y 25 ml de ácido sulfúrico conc. ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Al mismo tiempo, se preparó un blanco conteniendo sacarosa en lugar de la muestra. La muestra se digiere y destila de la misma manera en que se hizo en el caso del aguamiel.

#### Cálculos y resultados.

$$\% \text{ nitrógeno} = (V1 - V2) \times N \times 1.4 / \text{g de muestra}$$
$$\% \text{ proteína cruda} = \% \text{ nitrógeno} \times 6.25$$

En donde:

V1= ml de Hidróxido de Sodio 0.1 N gastados en la prueba en blanco.

V2= ml de Hidróxido de Sodio 0.1 N gastados en la prueba problema.

1.4= equivalente de nitrógeno.

6.25= Factor de las proteínas.

N= normalidad de la NaOH 0.1 N

#### Sólidos totales.

Uno de los métodos más comunes para la estimación de la humedad y de los sólidos totales, es el método de secado, en el cual el agua se elimina por calor. Cuando se desea obtener el valor de los sólidos totales se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Sólidos totales (\%)} = 100 - \text{Humedad (\%)} \quad (47).$$

Para realizar la determinación de sólidos totales se utilizó la norma DGN -F - 111-(43). En un cristalizador (a peso constante) se agregaron 5 ml de muestra, se evaporaron a sequedad en baño María y posteriormente se llevó a la estufa a

( temperatura de 95 °C - 103 °C) durante 4 horas o hasta lograr masa constante en 3 lecturas consecutivas.

$$S.T = ( PH - PS / H ) \times 100$$

en donde:

PH= peso del cristalizador más la muestra húmeda (g.)

PS= peso del cristalizador más muestra seca (g.)

H= peso de la muestra. Para reportarla en peso se utilizó la densidad de la muestra.

**Métodos microbiológicos utilizados (5, 11, 18 ).**

El número de microorganismos se determina mediante recuento en placa varia en función de la contaminación original, ya sea ésta por aumento o disminución poblacional durante el tratamiento del alimento, la recontaminación del producto ya tratado, crecimiento y muerte durante el almacenamiento y manipulación. Antes de decidir si un producto cumple con las normas y especificaciones sanitarias conviene proceder a la determinación del número de microorganismos que contiene.

El recuento microbiano puede orientar asimismo sobre las condiciones higiénicas del tratamiento o elaboración del producto y sobre posibles manipulaciones perjudiciales durante la recolección, el tratamiento o el almacenamiento; además de poder verificar la eficiencia de los métodos de preservación.

Aunque en términos generales, cuanto más elevado es el número de microorganismos, peor será la calidad del alimento; en el caso de alimentos fermentados no es aplicable esta generalización debido a que su producción requiere la presencia de microorganismos.

Aunque el término recuento total es de uso corriente no quiere decir, que se detecten y cuenten todos los microorganismos existentes en un alimento. Se trata de estimaciones aproximadas de la población microbiana real.

#### **Métodos de muestreo.**

El plan de muestreo depende del uso final que se haga del análisis, del peligro potencial del alimento sobre la salud del consumidor y del potencial de contaminación.

Para que la muestra sea representativa y la información aprovechable, deberá ser representativa del material sometido a análisis; por lo general, los microorganismos no están uniformemente distribuidos y, por consiguiente, la mezcla del producto antes de proceder al muestreo, reviste la máxima importancia. Si el alimento es líquido, la mezcla es fácilmente realizable antes de tomar la muestra.

Las muestras deben ser recogidas en recipientes estériles de tal manera que no sean expuestas a contaminación microbiana ulterior además de ser protegidas contra cualquier cambio de las poblaciones contenidas en el momento de la toma de la muestra. Los mejores resultados se obtienen cuando la muestra es analizada inmediatamente. Si no es posible, lo mejor es refrigerarla para disminuir la velocidad de crecimiento de microorganismos.

#### **Preparación de la muestra.**

Muchos métodos de análisis exigen un mínimo de preparación de la muestra. La primera consideración es la obtención de una suspensión homogénea de bacterias que pueda ser pipeteada.

Si se trata de un alimento líquido, como el aguamiel, puede mezclarse una alícuota de la muestra captable asimismo por medio de la pipeta; pero si se trata de un alimento viscoso, por ejemplo miel, conviene diluir el alimento y obtener una suspensión.

En el caso de alimentos sólidos, para la preparación de la muestra a analizar se suelen mezclar 50 g de muestra del alimento con 450 g de diluyente estéril, en un frasco estéril; se mezclan durante 2 min a una velocidad reducida y se obtiene una suspensión homogénea de la muestra y organismos asociados.

El diluyente que se utiliza con mayor frecuencia es el agua peptonada al 0.1%, ésta es fácil de preparar y conserva bien los organismos en la dilución y en la placa de la preparación microscópica. No obstante, presenta el inconveniente de no poder dejarse demasiado tiempo a temperatura ambiente so pena de que los microorganismos se multipliquen.

No deben transcurrir más de 20 min. entre el momento de efectuarse la dilución y la preparación de la última placa de la serie. En este intervalo de 20 min. se produce un aumento de 10 % en el número de organismos presentes.

#### **Diluciones necesarias.**

Para los recuentos en placa solo se consideran las placas que contienen de 30 a 300 colonias, aunque este criterio es discutido.

Para las diluciones en tubo y en sistemas de NMP, los organismos se diluyen o disuelven hasta obtener su extinción lo cual implica extender la dilución mas de 1:10 de la suspensión original. Esta dilución 1:10 se registra también como dilución 1/10 o dilución  $10^{-1}$  y significa que en 10 g de mezcla hay 1 g de alimento o que 1 g de muestra contiene 0.1 g de alimento. Si por consiguiente, analizamos 1 g de la dilución, el recuento de microorganismos se efectuara sobre 0.1 g de alimento.

Las diluciones necesarias para el cálculo del número de microorganismos en un alimento, puede determinarse por experiencia, en función de los antecedentes o por las normas, instrucciones y especificaciones del caso. Si las especificaciones mencionan una tolerancia de 50 000 organismos por gramo, el recuento en placa puede efectuarse a partir de una dilución 1:1000, y en caso de observarse menos de 50 organismos en la placa incubada, el alimento se halla dentro de los límites de tolerancia. Por lo común suelen analizarse 2 o 3 diluciones para aumentar las probabilidades de obtención de una placa aceptable y al menos tres más para un ensayo del NMP.

#### **Recuento de microorganismos viables.**

Son varios los métodos disponibles para estimar el número de microorganismos viables. Los más se basan en los métodos de recuento en placa o por dilución en tubo.

### **Recuento en placa.**

El recuento en placa estándar es el más utilizado en los alimentos para estimar el número de microorganismos viables. El procedimiento es relativamente sencillo. Tan pronto se han obtenido las diluciones apropiadas, deben ponerse en medio de cultivo inmediatamente. A tal efecto se transfiere una parte alícuota medida en una placa de Petri estéril a la que se añade agar fundido, estéril y enfriado (42 - 45 °C).

Los datos obtenidos por aplicación del método de vertido en placa permiten conocer el origen de los microorganismos, el período de validez comercial del alimento y sus riesgos posibles para la salud pública.

En la mayoría de los alimentos el crecimiento microbiano produce cambios indeseables. De donde, que el recuento en placa sea interesante como indicador del período de validez comercial del producto o del inicio de deterioro.

El agar utilizado para el cálculo del total viable debe ser del tipo nutritivo y no inhibitor, a menos que se busque tipos de microorganismos específicos.

Los medios de cultivo utilizados generalmente para el recuento en placa de viables de varios productos son: agar cuenta estándar (agar con extracto de levadura o agar para recuento en placa), medios enriquecidos con extracto de triptona y glucosa, medio de infusión de cerebro y corazón, medio de caseína y el agar nutritivo.

El agar debe mezclarse íntimamente con el inóculo para distribuir las células uniformemente. Una vez solidificada la preparación, las placas deben invertirse (vueltas cara abajo, para evitar la condensación de la humedad en la superficie del agar) y luego incubarse. La temperatura y el tiempo de incubación variará en función del recuento de viables que se desea realizar; siendo en nuestro caso mesófilos.

Durante el período de incubación, el crecimiento y proliferación de las células prosigue hasta que se forma una colonia visible. El número de aquellas se multiplica por el factor de dilución y se presenta como población de organismos por gramo de alimento.

*Debido que no todas las células pueden desarrollarse en cualquier conjunto dado de condiciones, el recuento debe registrarse como unidades formadoras de colonias UFC por gramo de alimento.*

*En general se conviene que no todos los peligros potenciales pueden determinarse mediante recuento total en placa. Muchos creen que un recuento microbiano elevado es prueba de una manipulación inadecuada y de la posible presencia de patógenos. Pero también se da lo contrario; que recuentos bajos correspondan a productos con potenciales patógenos, o a la presencia de inhibidores, sean permitidos ó no. Las toxinas microbianas pueden seguir presentes después de que las bacterias hayan sido destruidas por tratamiento.*

**CAPITULO 6**  
**PROCESO DE OBTENCION DE LA**  
**MIEL DE AGUAMIEL**

#### 6.00 Proceso de obtención de la miel de aguamiel.

#### 6.10 Descripción del trabajo experimental y diagrama de flujo del plan de trabajo (figura número 1).

Con los objetivos planteados y la revisión bibliográfica realizada se procedió a diseñar el experimento. A continuación se menciona en forma general los puntos importantes a determinar en la tesis:

a) Determinación de la composición química y la calidad microbiológica del aguamiel. Se trabajaron 4 lotes (un lote por semana), por cada lote se recibía materia prima dos veces a la semana efectuándose los análisis por triplicado.

Lote A: Las muestras de aguamiel para la columna A (tabla VII) fueron obtenidas de magueyes de la variedad Agave Atrovirens, estas plantas estaban sembradas dentro de las instalaciones de la CONAZA en Axapusco Edo. de México. Las muestras fueron recolectadas sin la adición de conservador, en frascos de vidrio cerrados herméticamente y etiquetados. El tiempo de recolección y transporte fue menor a 15 min debido a que los laboratorios donde se realizaba el análisis, se encontraban también en la CONAZA.

Lotes B y C: Las muestras de aguamieles para estas dos columnas (tabla VII), son mezclas de las variedades de magueyes manso y penca larga siendo desconocida la proporción en la que fueron mezcladas. Debido a que en Santa María Tejaquete Edo. de Hidalgo, de donde provenían estos lotes estaba alejado de los laboratorios donde se realizaban los análisis fue necesario que personal de la CONAZA realizara la recolección del aguamiel. Los aguamieles fueron recolectados en garrafones de plástico (limpios y secos) que fueron proporcionados por nosotras, se adicionó metabisulfito de sodio 20 ppm al garrafón del aguamiel destinado al análisis fisicoquímico y al garrafón destinado al análisis microbiológico no se le adicionó conservador. Ambas muestras eran depositadas en una cubeta con hielo con el objeto de conservarlas a baja temperatura (aproximadamente 5 °C) hasta su llegada al laboratorio. El tiempo entre la recolección y el transporte a los laboratorios de análisis fue de aproximadamente 1 hr. 15 min. El lote B fue recolectado y analizado 1 semana antes que el lote C.

DIAGRAMA GENERAL DE TRABAJO

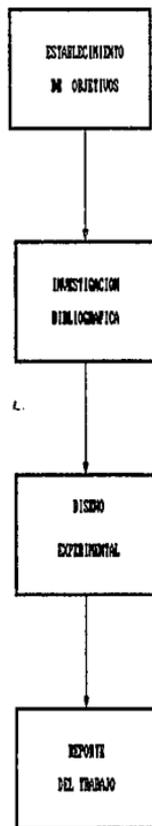


FIGURA No. 1

Lote D: Las muestras de aguamieles para esta columna (tabla VII) fueron obtenidas de diferentes variedades de magueyes de la zona de Milpa Alta (de las variedades "verde" y "cenizo") desconociéndose la proporción en que fueron mezcladas las aguamieles. La forma de recolección es igual a la de los lotes B y C. Para el caso de los lotes B, C y D cuando llegaban al laboratorio eran transferidos a otros recipientes, lo cual se indica en el capítulo de material y métodos (inciso 5.1). El tiempo entre la recolección del aguamiel y su análisis en el laboratorio fue de 2 hrs 15 min.

Los resultados reportados en la tabla VII son el promedio de todos los análisis realizados por para cada uno de los lotes. Se deseaba conocer los efectos tanto del tiempo de recolección como el manejar una sola variedad o una mezcla de ellas sobre la composición química y calidad microbiológica de la materia prima.

b) En base a los resultados obtenidos durante la etapa anterior, establecer los análisis que permitan un control en la recepción del aguamiel.

c) Determinación de las condiciones que nos permitan conservar la frescura del aguamiel el mayor tiempo posible para su posterior procesamiento.

d) Junto con los puntos b y c, optimizar un proceso de obtención de la miel de aguamiel a nivel laboratorio.

Para los puntos b, c y d fue necesario realizar diversos experimentos (descritos en el inciso 6.20) para obtener un proceso adecuado.

El punto final de esta tesis fue concluir que características debe tener el aguamiel que se llevara al proceso y las condiciones de procesamiento para

conservar los componentes nutricionales de la materia prima y que el producto obtenido sea estable.

#### 6.20 Descripción del proceso para la obtención de la miel de aguamiel.

Para la obtención de nuestro producto, miel de aguamiel el proceso fue dividido en 3 etapas importantes (figura número 2):

- A) Recepción de la materia prima (aguamiel).
- B) Conservación de la materia prima.
- C) Obtención del producto (miel de aguamiel).

Para llegar a las mejores condiciones de procesamiento, en cada etapa se consideraron importantes varios puntos que se describen a continuación.

- A) Recepción de la materia prima.

#### Control y estabilización de la materia prima.

Uno de los aspectos que se ha considerado de máxima importancia para la obtención de la miel de aguamiel de maguey, es el control y estabilización de la materia prima, mediante la adopción de normas de recepción y procedimientos para evitar contaminaciones y fermentaciones.

Para lograr lo anterior se sugiere compensar a los proveedores que entreguen aguamiel con un pH aceptable según será citado más adelante y que los grados Brix del aguamiel sean mayor que un nivel determinado además de aplicarse deducciones proporcionales cuando se presenten aguamieles con grados Brix abajo del nivel citado.

El nivel que parece apropiado como límite para asignar bonificaciones o deducciones por el concepto de concentraciones de aguamiel es de 10 grados Brix, este nivel lo sugiere la alta frecuencia con que se ha presentado en las muestras estudiadas. En caso de aceptarse esta sugerencia y el nivel base de 10 °Bx para asignar bonificaciones o deducciones a los proveedores; para la corrección correspondiente puede ser usada la fórmula siguiente  $C = B / 10$ ; en donde C es el factor de corrección por unidad de volumen y B son los grados Brix del aguamiel correspondiente (14).

Se sugiere también, para evitar la recepción de aguamieles diluidas con escurrimientos de lluvia o intencionales, que se ponga como límite inferior de recepción en los grados Brix, el nivel de 8.

RECEPCION DE LA MATERIA PRIMA.

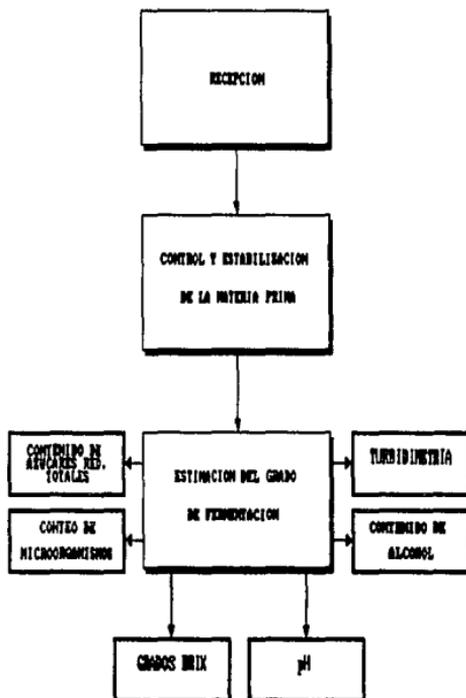


Figura No. 2

Los problemas principales en la calidad de la materia prima, destinada a la producción de miel son: el grado de fermentación, el contenido de sólidos y las contaminaciones con microorganismos no típicos del aguamiel que provengan del manejo inadecuado que se le da a ésta. Considerando lo anterior es conveniente incluir al grado de fermentación como un parámetro de calidad de la materia prima que deberá ser considerado en el análisis rutinario tanto en la recepción como durante la conservación del aguamiel.

#### Estimación del grado de fermentación.

Es evidente que la fermentación del aguamiel es el factor de calidad más importante de los que caracterizan a la materia prima y por consecuencia es necesario disponer de uno o de varios métodos cuantitativos del grado de fermentación de aguamiel que sustituya a cualquiera de las apreciaciones personales, que por ser subjetivas son poco precisas.

El grado de fermentación se ha estimado principalmente en base a:

- a) conteo de microorganismos y efecto del pH.
- b) turbidez en el aguamiel.
- c) °Bx.
- d) concentración de azúcares (sacarímetro).

Otros posibles estimadores del grado de fermentación como son: el contenido de azúcares reductores totales y el contenido de alcohol; requieren de análisis elaborado y en consecuencia son inapropiados para los propósitos de recepción de materia prima.

a) Tanto el conteo de microorganismos presentes como el pH también fueron considerados como estimadores del grado de fermentación. A continuación se describe el experimento realizado para estudiar su efecto.

Un lote de aguamiel que no fue tratado con conservador (metabisulfito de sodio, 20 ppm), se incubó por 5 hrs. en un baño María a 30°C. Se tomaron alícuotas al principio del período de incubación, a los 60, 210 y 300 min de las cuales se hicieron diluciones desde  $1 \times 10^{-1}$  hasta  $1 \times 10^{-5}$  para determinar la población

apropiada para lecturas de número de colonias desarrolladas en caja Petri con el medio de cultivo correspondiente además de medir pH potenciométricamente. Los resultados se describen en la tabla IX.

b) Debido al incremento de el aspecto turbio del aguamiel a medida que se incrementa la población microbiana y por lo tanto la fermentación, se sugiere el uso de métodos turbidimétricos para estimar indirectamente el grado de fermentación en que se encuentra el aguamiel como dato adicional para este propósito.

c) Los grados Brix estiman el contenido de azúcar del aguamiel, sobre todo en ausencia de fermentaciones avanzadas y permiten estimar el rendimiento de la miel. Se determinaron los grados Brix de una misma aguamiel (en intervalos de 30 minutos conforme avanzaba la fermentación); partiendo de un aguamiel fresca con incubación a 30°C durante 5 horas.

d) Puesto que a mayor fermentación la concentración de azúcares se va reduciendo proporcionalmente, sugerimos aplicar un método rápido además de los ya mencionados para cuantificar el grado de fermentación por medio de un sacarímetro, equipo que mide la concentración de azúcares en solución, expresando los resultados en grados azucareros en forma rápida y con buena precisión.

**Sugerencias para reducir el desarrollo de fermentaciones en aguamieles.**

La medida más importante es el ofrecer un sobreprecio por aguamieles de buena calidad para la elaboración de mieles.

Se debe en la medida de lo posible evitar el acopio de aguamieles con pH menor a 4.5 debido a que ya se encuentran en estado de fermentación y por lo tanto no pueden ser utilizados para la obtención de la miel. Para lograr esto el sobreprecio puede motivar a los proveedores a entregar aguamieles de buena calidad (que son los extraídos al atardecer). También esto puede motivar a los proveedores a no revolver aguamieles frescas con las colectadas con anterioridad.

Para evitar la contaminación proveniente de los recipientes en que inicialmente se deposita el aguamiel, se sugiere que se usen "castañas" que sean cuidadosamente lavadas y además añadir algún conservador por ejemplo, 20 ppm de metabisulfito de sodio (27, 61).

#### B) Conservación de la materia prima.

La gran importancia que tiene la calidad del aguamiel para la obtención de mieles de calidad aceptable ha sido demostrada y enfatizada en párrafos anteriores. Con esto en mente y tratando de eliminar en lo posible el número de microorganismos naturalmente presentes en el aguamiel para evitar fermentaciones, se realizaron diferentes experimentos en la conservación del aguamiel.

Como no fue posible contar con lotes de aguamiel de igual volumen se tomaron las cantidades necesarias para los análisis bromatológico y microbiológico que se decidió realizar sobre la materia prima, y el sobrante de cada lote se usó para la realización de las pruebas que a continuación se describirán:

Para cada una de las pruebas, se realizó una filtración burda al aguamiel.

Primera prueba.- (efecto de mantener el aguamiel sin ningún tratamiento en refrigeración). 250 ml de aguamiel fresca se mantuvieron en refrigeración a 5°C, presentando signos de una incipiente fermentación al cabo de 14 días a los 16 días la fermentación era franca y los 21 días fue total.

Segunda prueba.- (efecto de una pasteurización y por último refrigeración). 250 ml de aguamiel fresca se calentaron en baño maría a 85°C, durante 15 min después se mantuvo en refrigeración a 5°C, al cabo de 52 días no se presentaron signos de fermentación aunque se encuentra ligeramente turbio desde el principio de la prueba y una coloración grisácea que se ha tornado a café claro lentamente, tanto el olor y sabor han permanecido parecidos al aguamiel fresco.

Tercera prueba.- (efecto de pasteurización, cambio de pH para su posterior refrigeración). 359 ml de aguamiel fresca con un pH de 6.7 se calentaron en baño maría a 85°C durante 15 minutos, con agitación lenta se agregó  $\text{Ca(OH)}_2$  al 10 % hasta alcanzar un pH de 8.5. (se adicionaron aproximadamente 5 ml de  $\text{Ca(OH)}_2$  al 10%) posteriormente se refrigeró y al cabo de 52 días no presentó indicios de

fermentación, mostrando transparencia aún cuando al principio tenía una coloración ligeramente amarilla y ha cambiado a café claro, pero el olor y sabor no han sufrido alteración. Por otro lado el pH descendió a 5.1.

### C) Obtención del producto.

Para optimizar el proceso de obtención de la miel de aguamiel a nivel laboratorio y esté conserve sus componentes nutricionales de la materia prima, no debemos perder de vista que se trata de un producto que se elabora a partir de una materia prima natural cuya composición química es muy variable, ocasionando inevitablemente diversidad en las características del producto final (miel). Se considero todo el trabajo experimental anterior, las accesorios de la CONAES así como los siguientes experimentos:

a) El aguamiel, sin ningún tratamiento previo fue evaporada a presión reducida hasta una concentración de 50 ° Bx.

b) Como el proceso anterior no dio buenos resultados el aguamiel ( $t = 10^{\circ}\text{C}$ ) se le realizó una filtración gruesa para eliminar materia extraña no propia del aguamiel, posteriormente se adiciono 1 ml. de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (85% de pureza) por litro de aguamiel y se calentó a 85 °C durante 20 minutos, los compuestos precipitados fueron separados por medio de una centrifugación en caliente seguido del enfriamiento del aguamiel, se agregó  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  hasta un  $\text{pH} = 7.0$  (para neutralizar y clarificar), se volvió a calentar, y se filtró en caliente, se evaporó hasta una concentración de 75 ° Bx.

En base a los resultados de los incisos a) y b) se procedió a obtener experimentalmente las condiciones de evaporación necesaria para dar a la producto la alta concentración de carbohidratos de una miel, sin deteriorar su contenido de sólidos (carbohidratos y a.a.) e impartirse a la miel un color, sabor y olor agradables. Además la evaporación también es importante en términos del rendimiento como en la mayoría de los alimentos, cuanto más baja sea la temperatura empleada en la concentración, mejor será el resultado.

Se determino la relación temperatura del baño/tiempo de evaporación de la muestra hasta 72 - 75 °Bx para poder determinar aproximadamente que temperatura sería la más adecuada para obtener el producto a presión reducida.

Se trabajo en el intervalo de 70 - 75 °C en la temperatura del baño y una presión reducida de entre 44 a 45 cm de Hg variando el tiempo de 30 a 60 min .

El proceso a que finalmente se llevo fue dividido en 9 etapas considerando los resultados de las pruebas realizadas para recepción y conservación de materia prima, pruebas de hidrólisis y pruebas de evaporación (figura 3). Posteriormente se le realizaron a la miel de aguamiel análisis fisicoquímicos y microbiológicos presentados en las tablas X y XI.

Para evaluar la estabilidad y determinar la posible vida de anaquel del producto se procedió a realizar el siguiente experimento.

**Estimación del color en producto terminado considerando el grado de fermentación en el aguamiel.**

El objeto de realizar esta prueba es para correlacionar el efecto del grado de fermentación con las características organolépticas, refiriendonos en este caso al color del producto terminado. Para tal estudio primeramente se optó por establecer una escala subjetiva del 1 al 6 (Tabla VI) que nos permitiera calificar las mieles obtenidas, la calificación de 1 es para la miel que a criterio nuestro sería la que tendría las mejores características y así sucesivamente hasta el valor de 6 que corresponde a características indeseables. Un lote de 16 litros aproximadamente de aguamiel fresco se dividió en lotes de 1 litro de aguamiel fresco (sin conservador), a cada lote se le media el pH dando un lapso de 2 horas entre lote y lote posteriormente cada uno de los lotes fueron llevados al proceso de obtención de la miel de aguamiel. Finalmente se comparó el color obtenido con la escala subjetiva y se dieron los valores correspondientes.

**Tabla VI. Escala subjetiva de calificaciones para evaluar el color de la miel de aguamiel.**

**Tabla VI**

Valor de estimación subjetiva	Color de la miel, observado
1	peña
2	Amber claro
3	Amber rojizo
4	Amber oscuro
5	café rojizo
6	café oscuro

Los resultados obtenidos se describirán en el capítulo de resultados tabla XII.

#### **6.2.2. Posibles modificaciones en el producto.**

A continuación se mencionaran algunas propiedades de algunos componentes, los cuales provocan modificaciones en el producto a obtener, miel de aguamiel.

**Cristalización:** La sacarosa forma cristales si se evapora el agua más allá de una concentración específica, lo que propiciaría que se formarían cristales de diferentes tamaños que provocarían que la miel presentará una textura arenosa (16, 26).

**Hidrólisis:** la sacarosa puede sufrir dos tipos de hidrólisis una en presencia de ácidos diluidos y la otra en presencia de invertasa. La sacarosa es convertida en azúcares en reducción y el producto es conocido como azúcar invertido. La velocidad de inversión es influenciada por la temperatura, el tiempo de calentamiento y el valor de pH de la solución. El azúcar invertido es útil en nuestro producto, ya que puede ser retardada o prevenida la cristalización de sacarosa en el aguamiel concentrado (13, 16, 23, 26,49)

**Caramelización:** esta reacción ocurre tanto en condiciones ácidas como alcalinas y la presentan todos los azúcares al ser calentados por cierto tiempo a mayor temperatura que la de su punto de fusión, en el caso de la sacarosa primero se hidroliza para producir los monosacáridos que se transforman posteriormente a la forma enólica. El segundo paso es una deshidratación del enol para obtener derivados furánicos, los cuales a su vez pueden polimerizar en un paso final para formar pigmentos oscuros. En el caso de nuestro producto no se desea que se presente la caramelización ya que ocasionaría una mala presentación lo que provocaría a su vez una disminución en su consumo.

La caramelización ésta asociada a altas temperaturas, pero en el proceso presentado anteriormente la temperatura de evaporación es baja limitando la producción de está y el efecto que tendría en el color de la miel.

**Reacción de Maillard:** Esta reacción trae consigo la producción de melanoidinas coloreadas que van desde amarillo claro hasta café oscuro, o incluso negro (4, 13, 16, 23, 49); en nuestro caso se destaca la influencia que tienen la concentración de compuestos aaminados y la proporción de monosacáridos presentes en el aguamiel, a parte de otros factores (pH y temperatura) para que se propicie el desarrollo de la reacción de Maillard, por lo mismo es necesario que se realicen estudios todavía más minuciosos para que se eliminen todos los problemas ocasionados por tal reacción y que además, se pueda obtener un producto que tenga una vida de anaquel más larga de la que se obtiene en está tesis.

Existen factores importantes a tomar en cuenta para concentrar cualquier alimento. A continuación se citan algunos de éstos.

a) Inhibición del crecimiento microbiano. Dependerá del tipo de microorganismos y la presencia de otros componentes alimenticios, pero normalmente con un 70 % de sacarosa en solución se detendrá el crecimiento de casi todos los microorganismos en los alimentos. Cuando la concentración se realiza utilizando vacío (a escala industrial), muchos tipos de bacterias no sólo sobreviven a las temperaturas bajas sino que se multiplican en el equipo de concentración (16, 26, 49).

## **CAPITULO 7**

### **RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS**

**7. Resultados y análisis de los resultados.**

**Composición química del aguamiel.**

En la Tabla VII se presentan los valores obtenidos experimentalmente.

**Tabla VII**

Especificaciones	Lote A	Lote B	Lote C	Lote D
Densidad ( $^{\circ}$ Bx)	6.02	5.57	5.68	5.2
Acidez mg / 100 ml. (expresado como ác. láctico)	0.069	0.068	0.068	0.069
Sólidos totales g / 100 ml.	18.95	18.99	18.99	12.18
Cenizas g / 100 ml.	0.450	0.430	0.450	0.250
Proteínas g / 100 ml.	0.810	0.780	0.740	0.456
Reductores directos (expresado como glucosa) g / 100 ml.	0.012	0.012	0.012	0.605
Sacarosa g / 100 ml.	11.15	9.45	9.45	9.18
Gomas g / 100 ml.	0.58	0.60	1.45	1.43

El lote A con respecto a los lotes B, C, y D es el que presenta las mejores características químicas lo que nos permite decir que el tiempo que transcurre entre la recolección del aguamiel hasta el momento de realizar los análisis es importante, siendo esto aún más notorio entre los lotes A y D. También es importante considerar que el lote A se compone de una sola variedad mientras que los otros lotes son mezclas de diferentes variedades.

Los lotes B y C no presentan cambios muy significativos en su composición química lo que nos permite decir que por lo menos en dos semanas no hay variaciones significativas en cuanto a la vida productiva de las plantas (ignorando el tiempo en que se inició la explotación de éstas).

El lote D es el que presenta la composición química más baja con respecto a los lotes A, B y C, siendo éste donde transcurrió el mayor tiempo entre la recolección del aguamiel y el momento de ser analizada, además de provenir de una variedad que según los conocedores no es buena.

Comparando los resultados obtenidos con las especificaciones de la norma oficial mexicana NOM-V-22-1972, se observa que los resultados del lote A se acercan a los reportados por la norma como aguamiel tipo I (límite máximo); para el caso de los lotes B y C se observa un parecido con los resultados del aguamiel tipo I (límite mínimo); y para el caso del lote D, este corresponde a los resultados del aguamiel tipo II. Siendo un sólo grado de calidad para los dos tipos (I y II).

**Composición Microbiológica del aguamiel.**

En la tabla VIII se reportan los resultados del análisis microbiológico (coliformes totales, mesófilos aerobios, levaduras y hongos) de cada uno de los lotes de aguamiel no tenían diferencias significativas, se optó por tomar los promedios del número de colonias más representativo en cada análisis y así determinar las unidades formadoras de colonias (UFC). Antes de realizar el análisis hubo la necesidad de realizar una filtración burda con la finalidad de eliminar materia extraña que a causa de la forma de recolección se incorporan al aguamiel.

tabla VIII

tipo de cuenta	medio de cultivo	temp. de incubación (° C)	tiempo de incubación en hrs.	UFC/ml.
coliformes totales	MF-Endo	35	24	$46 \times 10^3$
mesófilos aerobios	ACP	30	48	$12 \times 10^6$
hongos y levaduras	APD acidificado.	30	120	$60 \times 10^3$

Los resultados reportados en la tabla anterior serán utilizados únicamente para verificar la eficiencia del proceso en la eliminación de microorganismos que puedan afectar nuestro producto terminado.

**A) Recepción de materia prima.**

**Estimación del grado de fermentación en el aguamiel.**

**a) conteo de microorganismos y efecto del pH.**

**Tabla XI**

Tiempo de incubación (minutos)	Levaduras (UFC/ml)	Coliformes (UFC/ml)	pH
sin incubar	15X10 <sup>5</sup>	50X10 <sup>4</sup>	7.0
60	14X10 <sup>5</sup>	6X10 <sup>2</sup>	6.6
210	30X10 <sup>5</sup>	30X10 <sup>5</sup>	6.4
300	10X10 <sup>4</sup>	11X10 <sup>5</sup>	4.5

En la tabla anterior se observa que conforme aumenta el tiempo de incubación hay un incremento en la turbidez del aguamiel en tanto que el pH disminuye.

Las cuentas microbianas no presentan una tendencia definida que permita estimar el grado de fermentación en el que se encuentra el aguamiel, en cambio la tendencia de la concentración de iones hidrógeno a aumentar se mantiene durante todo el periodo de incubación a que se sometió el lote de aguamiel.

Otro de los aspectos que se concluyen de esta tabla es que no es muy práctico el considerar un análisis microbiológico como estimador del grado de fermentación del aguamiel en pruebas de recepción de la materia prima ya que como se observa son imprecisos, tardados (resultados de 24 a 72 horas) y costosos por lo que serían poco útiles para pruebas de recepción.

Las determinaciones de pH son suficientemente simples y rápidas para permitir su uso en la estimación de la calidad en función del estado de fermentación, en la recepción de aguamiel destinadas a la producción de miel.

C) °Bx.

No se encontraron diferencias significativas en la determinación de los °Bx, es decir los valores permanecieron casi constantes por lo que puede presumirse que los azúcares consumidos durante la fermentación o son transformados a otras sustancias de densidad equivalente o no son cuantitativamente significativos. Lo último es más dudoso debido a que por lo general los aguamiel con fermentación avanzada producen bajos rendimientos de mieles.

Las muestras analizadas durante el transcurso de estos estudios han variado en grados Brix de 8 a 11 siendo los valores más frecuentes de 10 a 11.

**B) Conservación del aguamiel.**

De las tres pruebas descritas en la página 50 se concluye que la última es la más adecuada para la buena conservación del aguamiel ya que; con el calentamiento se destruye la flora natural del aguamiel y la modificación del pH con el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  coadyuva a impedir fermentaciones además de que coagula y precipita impurezas y por otro lado la refrigeración reduce el tiempo de desarrollo microbiano dando como resultado una materia prima de calidad similar al aguamiel fresco. Este proceso de conservación es fácilmente adaptable en cualquier instalación. Sin embargo conlleva el inconveniente de reducir la cantidad de azúcares en forma proporcional a la cantidad de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  utilizado (16, 26), por esta razón se decidió no utilizarlo.

Este método de conservación permitió mantener la calidad del aguamiel durante 30 días sin señales aparentes de deterioro por fermentación. Este lapso permite con amplitud completar un lote de aguamiel para el proceso.

Puesto que el calentamiento no produce una esterilización, es necesario manejar la materia prima en condiciones asépticas, es decir después del calentamiento todo artículo que esté en contacto con la materia prima deberá estar esterilizado, el enfriamiento se deberá realizar, lo más rápidamente posible y finalmente se debe verificar constantemente el pH y no permitir que descienda más de una unidad; para evitar esto en el caso de que empiece a bajar el pH, se deberán agregar 20 ppm de metabisulfito de sodio, en esta forma se evita la fermentación del aguamiel durante 4 o 5 semanas.

#### **Obtención del producto.**

Los resultados de los experimentos realizados para el proceso de obtención de la miel de aguamiel fueron los siguientes.

*inciso a (pág. 51).* La evaporación a presión reducida, si bien no provoca alteraciones en los carbohidratos y aminoácidos (26) produce mieles de color amarillo claro (turbias y de color peculiar) y no elimina el problema de los microorganismos que aun a concentraciones de 50 % de sólidos, enturbian la miel y la fermentan con producción de acidez y olores desagradables.

Este tratamiento aunque sencillo y barato, no es adecuado debido a que el aguamiel tiene la facilidad de fermentarse con producción de acidez y olores desagradables razones suficientes para desechar este método. en muy poco tiempo, disminuyendo el pH y por lo mismo afectando la calidad de la miel obtenida.

*inciso b (pág 51).* Debido a que en el proceso del inciso (a) el producto no pudo llevarse a una concentración mayor de 50 °Bx porque éste se cristalizaba, se decidió realizar una hidrólisis ácida con el fin de evitar la cristalización de la sacarosa. El producto obtenido pudo ser llevado hasta 75 °Bx sin que éste se cristalizara pero aquí se pudo observar que el tiempo para concentrarlo fue muy prolongado (2 hrs.) produciéndose mieles oscuras.

También se decidió centrifugar la materia prima con el fin de eliminar partículas y compuestos indeseables en el aguamiel producidos durante el proceso.

#### **Relación tiempo / temperatura en la evaporación (figura 3).**

Se decidió evaporar al vacío, para disminuir al máximo el deterioro de la materia prima, mediante la reducción de la temperatura de ebullición.

Con un vacío de 44 cm Hg y una temperatura en el baño del rotavapor de 75 °C se consiguió que la temperatura de ebullición del aguamiel no fuera mayor de 59 °C para evitar provocar reacciones de oscurecimiento (10, 14, 16, 26), con un

tiempo de 30 min en volúmenes de muestra de 800 ml. La concentración a la que se llevó el producto fue de 72 - 75 ° Bx los cuales dan las mejores características organolépticas al producto. La cantidad de agua a eliminar para obtener dicha concentración, nos permitió tener un rendimiento del producto final, del 8 al 10%.

Después de considerar las condiciones de evaporación en el proceso de obtención del producto y tomando en consideración todo el trabajo experimental realizado en la tesis y las accesorias e información de la CONAZA fue como se llegó al siguiente proceso, el cual se dividió en 9 etapas: (Ver figura número 3).

**Primera etapa:** recepción de la materia prima; el aguamiel que se utilizará para ser procesada deberá tener un pH superior a 4.5 y unos °Bx mínimo de 8 para que puedan ser aceptados y se lleven al proceso sin que surja ningún problema en la obtención de la miel.

**Segunda etapa:** conservación de la materia prima; Después que el aguamiel ha sido aceptado en recepción y se ha filtrado por un tamiz grueso con la finalidad de separar los insectos y partículas mayores (filtración burda), éste puede ser conservado para posteriormente ser llevado a las demás etapas del proceso ó llevarse directamente a las subsecuentes etapas del proceso. Lo anterior dependerá de la frescura y cantidad del aguamiel que sea adquirido y de las necesidades que se tenga en la planta.

Si se decide efectuar el proceso de conservación se llevará a cabo de la siguiente manera: Primero se realiza una centrifugación con el fin de separar una gran cantidad de biomasa microbiana y eliminar la mayor parte de las partículas sólidas que lograron pasar por el tamizado burdo, que si no son eliminadas provocan complicaciones en las etapas posteriores del proceso y finalmente en la calidad del producto. El aguamiel así tratada, se calentó a 85°C durante 15 minutos (pasteurización), se centrifugo nuevamente pero en caliente para posteriormente ser enfriado y almacenado en refrigeración de 2 a 4°C con el fin de provocar un choque térmico. El calentamiento en las condiciones descritas permite destruir los microorganismos que no fueron retirados durante la centrifugación. El almacenamiento a baja temperatura inhibe la fermentación debida a contaminaciones posteriores al tratamiento térmico.

DIAGRAMA DE PASO DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA MIEL A PARTIR DE AGUAMIEL

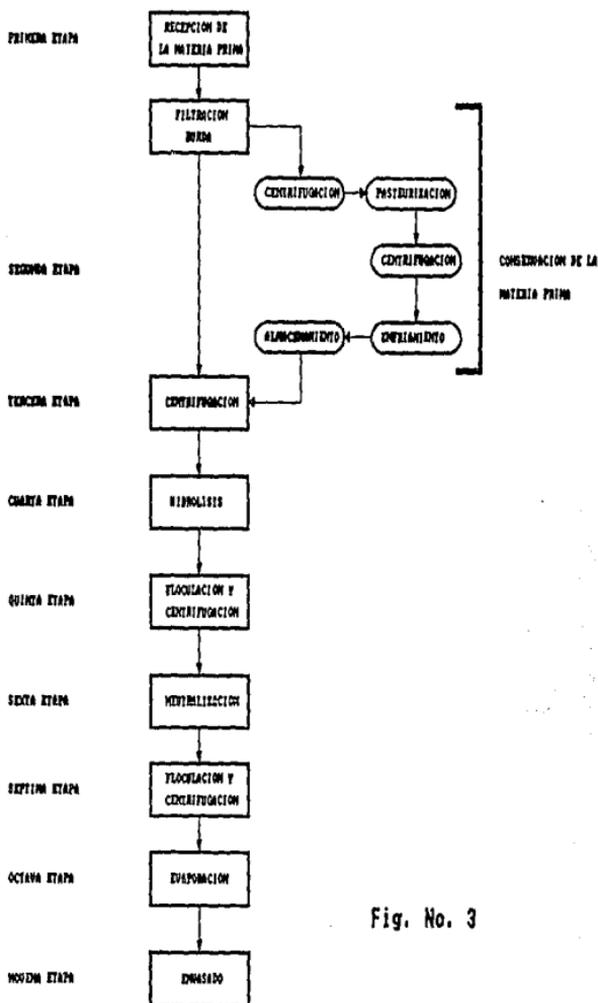


Fig. No. 3

Tercera etapa: centrifugación; La materia prima ya sea fresca o conservada se centrifuga a 7500 rpm. para eliminar la mayor parte de la biomasa producida.

Cuarta etapa: hidrólisis; Los propósitos de esta fase del proceso son: iniciar la hidrólisis de la sacarosa y polisacáridos presentes en el aguamiel y algunos compuestos indeseables: principalmente gomas, que de no ser separadas del aguamiel en este paso, provocarían obscurecimiento y turbidez en la miel.

Para efectuar la hidrólisis se ensayaron diversas condiciones de operación en las variables: concentración de ácido fosfórico variando las alícuotas de 0.5 a 2 ml por litro de aguamiel de una solución al 85% ; la temperatura se varió de 80 a 92°C ; el tiempo de calentamiento se varió de 15 minutos a 2 horas. Se encontró que a mayor cantidad de ácido utilizado el requerimiento térmico se reduce, pero se presenta el problema de eliminación del exceso de ácido residual en fases posteriores del proceso.

El tratamiento que resultó más conveniente en la hidrólisis consiste en la adición de 0.8 ml de ácido fosfórico al 85% (peso/volumen) por litro de aguamiel y calentamiento a 85°C durante una hora.

Quinta etapa: floculación y centrifugación; al término del calentamiento se adicionan 20 ppm de Separán que sirve como floculante (14), se detiene la agitación y se deja reposar 15 minutos para inducir la floculación. Posteriormente se centrifuga a 7500 rpm el aguamiel para eliminar el precipitado.

Sexta etapa: neutralización; se realiza agregando hidróxido de amonio en cantidad suficiente para llevar el pH a un intervalo entre 6.6 y 6.8 y elevando la temperatura hasta 75°C con agitación moderada. Se fijaron estas condiciones porque a pH < 6.6 la precipitación es incompleta y a pH > 6.8 se desarrollan en el producto sabores y olores desagradables. La precipitación es completa a temperaturas de 75°C por lo que no es necesario elevarla más.

Durante la neutralización se vuelve a producir un precipitado que se elimina como se describe enseguida.

*Séptima etapa: floculación y centrifugación; al alcanzar los 75°C se adicionan 10 ppm de SO<sub>2</sub> proveniente de sulfito de sodio o metabisulfito de sodio y 10 ppm de Separán. Se suspende la agitación, se deja reposar el producto durante 15 minutos y se centrifuga a 7500 rpm.*

*Octava etapa: evaporación; el aguamiel fue evaporada con una temperatura de 75°C en el baño María del rotavapor ( para obtener una temperatura en el producto de 59 °C) y a una presión de vacío de 44 cm de Hg, hasta alcanzar una concentración de 72 a 75 °Brix. Con un tiempo de evaporación de 30 minutos en volúmenes de 800 ml.*

*Novena etapa: envasado; El aguamiel concentrada (miel de aguamiel) fue envasada en caliente (para hacer vacío) en un envase de vidrio con tapón de rosca con una capacidad de 350 g.*

A continuación se presentan los resultados de los análisis realizados al producto obtenido en el proceso descrito anteriormente.

Tabla X. Análisis fisicoquímicos realizados a la miel de aguamiel.

Tabla X

Determinación	Análisis 1	Análisis 2
Densidad (*Bx)	72	72
pH	5.4	5.6
Proteínas g/100 ml.	1.99	1.89
Cenizas g/100 ml.	1.78	1.80
Azúcares reductores totales (expresados como glucosa) g/100 ml.	65.57	65.57
Azúcares reductores directos (expresados como glucosa) g/100 ml.	36.84	35.09
Identidad de sacarosa, glucosa y fructosa por cromatografía en papel. (*)	-	Positiva
Calcio mg/100 ml. (*)	-	85
Magnesio mg/100 ml. (*)	-	33

(\*) Determinaciones realizadas por personal capacitado de la Secretaría de Salud Pública sobre la miel obtenida en el proceso descrito en la tesis. La determinación de minerales se realizó por el método de absorción atómica.

Análisis 1: Se refiere a los análisis realizados en los laboratorios ubicados en Axapusco edo. de México.

Análisis 2: Análisis realizados en los laboratorios Nacionales de Salud Pública.

Podemos observar que los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados por nosotros obtenidos en dos laboratorios diferentes muestran características muy similares.

Comparando los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados tanto al aguamiel (tabla VII) como a la miel de aguamiel (tabla X), se observa que en cuanto al % de proteínas, cenizas, azúcares reductores totales y directos no hay pérdidas sino que únicamente se concentraron.

La materia prima tiene un olor y sabor muy característico haciéndose más persistentes al concentrar el producto, no con ello se quiere decir que sean desagradables o no aceptables. Lo que sí, se sugiere que sean retomados como temas para otras tesis en las que se realicen estudios mas detallados.

Tabla XI. Análisis microbiológico de la miel de aguamiel.

Tabla XI

Tipo de cuenta	medio de cultivo	temp. de incubación(° C)	tiempo de incubación(° C)	UFC/ml
coliformes totales	MF-Endo	35	24	0
mesófilos aerobios	ACP	30	48	0
hongos y levaduras	ADP acidificado	30	120	0

Por los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de la miel obtenida se puede concluir que tanto el manejo previo del aguamiel como su utilización en el proceso fueron llevados a cabo adecuadamente, ya que se logró la eliminación de microorganismos que afectaban a la estabilidad de la miel de aguamiel.

*Estimación del color en producto terminado considerando el grado de fermentación en el aguamiel.*

**Tabla XII.** Efecto del pH en el color de la miel obtenida, en producto fresco y producto almacenado por dos meses.

pH del Aguamiel	Producto fresco. (calificación)	Producto con dos meses de reposo. (calificación)
6.3	2	3
6.2	2	3
6.2	2	4
6.1	2	3
6.0	3	4
5.8	3	4
5.7	3	4
5.7	4	4
5.7	4	4
5.6	4	4
5.5	4	4
5.3	4	5
5.2	5	5
5.0	5	6
4.7	5	6
4.7	6	6

La escala subjetiva de calificaciones para los diferentes colores observados y reportados en la tabla VI es la que se utilizó para elaborar la tabla XII.

Para el producto fresco se observa que entre un valor de pH de 6.3 a 5.7 la miel tenía una calidad deseable por lo que podría considerarse que el aguamiel usada se encontraba en buenas condiciones de frescura para su procesamiento, mientras que a valores por debajo de 5.7 se empezaba a notar una leve fermentación tanto organolepticamente como en la calidad de la miel en términos de color, olor y sabor.

Para el producto almacenado 2 meses, los intervalos de pH se modifican de modo que de 6.3 a 6.1 se encuentra a la miel en buenas condiciones y a partir de 6.1 las condiciones eran indeseables. Por lo que se concluye que para aumentar la vida de anaquel del producto es necesario controlar el pH de la materia prima dentro de un intervalo muy estrecho entre 6.3 y 6.1.

Los resultados de la comparación de colores estimados en forma subjetiva, muestran que los límites de aceptación corresponden al color ámbar rojizo codificado con 3.

Este estudio particular muestra la gran importancia que tiene el grado de fermentación del aguamiel en la calidad del producto final en función del color. Es importante hacer notar que el valor de pH con que se recibe el aguamiel tiene cierta influencia sobre el sabor y el % de azúcar invertido (monosacáridos) de la miel final. Los lotes de aguamiel recibidos con pH bajos (menos de 4.5), al ser evaporados rindieron mieles con un sabor agridulce. Para evitar problemas se recomienda establecer el límite arbitrario de pH= 4.5 como mínimo aceptable; el aguamiel con un pH inferior manifiesta una franca fermentación.

Según se vió en los antecedentes se observa que sólo durante dos meses del año se obtienen aguamieles con pH aceptable para producir mieles de color adecuado. Esta circunstancia indica que se deben adoptar medidas para reducir en lo posible la fermentación del aguamiel antes de su uso.

## **CAPITULO 8**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **8. Conclusiones y recomendaciones.**

*Dentro de los objetivos establecidos en esta tesis se fue determinar la tanto la composición química como la calidad microbiológica del aguamiel, para el caso de una sola variedad, una mezcla en proporciones desconocidas de cuatro variedades diferentes (manso, peca larga, verde y cenizo) y magueyes de zonas geográficas diferentes.*

*En cuanto a la composición química de las aguamieles estudiadas y las mieles obtenidas se encontró una gran similitud entre ellas; lo cual nos hace pensar que ésta no depende ni de la variedad de maguey ni de la zona geográfica de cultivo del mismo.*

*Respecto a la calidad microbiológica de las diferentes muestras de aguamiel que se trabajaron también hubo gran similitud tanto en el tipo de microorganismos presentes como en el número de unidades formadoras de colonias. Se observó que en todos los casos el grado de fermentación avanza muy rápidamente por lo que se concluye que éste es un parámetro fundamental a controlar en la materia prima.*

*En lo referente a la recepción de materia prima se logró el establecimiento de normas de recepción y procedimientos para evitar contaminaciones y fermentaciones*

*Se logró optimizar el proceso de obtención de la miel de aguamiel a nivel laboratorio, permitiéndonos obtener un producto con una composición muy similar a la presentada por la materia prima en cuanto al contenido de proteínas, azúcares y minerales. Se encontró que la miel producida fue estable por un período de dos meses.*

En el producto se notó la persistencia del aroma y sabor de la materia prima, no podemos concluir con la información que obtuvimos si esto es objetable por lo cual se recomienda también realizar un análisis sensorial del producto, para conocer su aceptación o rechazo y determinar si éste requiere de alguna reformulación. Posteriormente, realizar un estudio de mercado para saber a que sector del público va dirigido el producto, buscando así la satisfacción del consumidor.

Respecto al valor nutricional de la miel de aguamiel, se recomienda que sobre la miel obtenida por este proceso se realice un aminograma, se efectúe un PER y estudios de disponibilidad y requerimientos de los aminoácidos.

**CAPITULO 9**  
**BIBLIOGRAFIA**

## 9. Bibliografía

- 1.- Aguilar, M.E. Determinación de azúcares en Maquey (Agave atrovirens) por cromatografía. Tesis, Fac. de Química, UNAM. México 1956.
- 2.- Anónimo. El maquey y el pulque. Industria Alimentaria. Vol. 4, No. 1, 1982. pp. 11-29.
- 3.- A.O.A.C. "Official methods of analysis". edit. William Horwitz Washington, D.C. 1980.
- 4.- Sadui Delgal Salvador. Química de alimentos. edit. Alhambra/Universidad. 4° reimpresión 1988. 430 p.
- 5.- Banwart George J. Microbiología básica de los alimentos. edit. Anthropos 1982. pág. 11-33; 220-231.
- 6.- Barquet Fuentes Amalia; Escandón Munguía Joaquín F. Aspectos científicos actuales del problema del pulque en México. Tesis, Fac. de Química, UNAM 1976.
- 7.- Bender Arnold. Nutrición y Alimentos dietéticos. edit. Acribia, Zaragoza (España) 1977. pág. 212-214.
- 8.- Benno Kunz. Cultivo de microorganismos para la producción de alimentos. edit. Acribia, S.A. Zaragoza (España) 1986. pág.96-98.
- 9.- Bravo Helia. Las Cíctaceas de México. UNAM 1978. cap III pág. 20 -61.
- 10.- Brennan, J.G.; Butters, J.R.; Cowell, N.D. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. edit. Acribia, Zaragoza (España).
- 11.- C. H. Collins. Métodos microbiológicos. edit. Acribia S.A. Zaragoza (España) 1989. pág. 334-337.
- 12.- Cheftel Jean-Claude; Cheftel Henri; Besancon Pierre. Introducción a la bioquímica de los alimentos. edit. Acribia Zaragoza (España) 1989. 1° reimpresión. pág. 404.

- 13.- Coultate, T.P. Alimentos, Química de sus componentes. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza (España). pág. 185.
- 14.- CONAZA. Información adquirida de trabajos realizados por dicha institución.
- 15.- Departamento de tecnología de alimentos, Facultad de Química. Manual de prácticas de laboratorio de Análisis de Alimentos. UNAM.
- 16.- Desrosier, Norman. Elementos de tecnología de alimentos. Compañía editorial Continental S.A de C.V México.
- 17.- Enriquez Freire, J.E.; González Márquez, M. L. Desarrollo de levaduras del aguamiel y pulque de diferentes sustratos orgánicos de desecho. Tesis. Fac. de Química. UNAM 1985.
- 18.- Flazier William Carol. Microbiología de los Alimentos. edit. Acribia S.A. Zaragoza (España) 1993. 4ª edición. pág. 671
- 19.- Gayman W.S.K. Grupos sociales de la industria del pulque. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Antropología e Historia. INAH. Sep 1984. 136 p.
- 20.- Goncalvez de Lima; O. El maquey y el pulque en los códices mexicanos. 2a. ed. Fondo de la Cultura Económica. México, 1978. pág. 30 - 31.
- 21.- Guerrero Guerrero A. El pulque, México. edit. Joaquín Moritz, S.A. 1985. pág. 66-68.
- 22.- Hayes, G.D. Manual de datos para Ingeniería de los alimentos. edit Acribia, S.A.
- 23.- Helitz W. Grosch. Química de los alimentos. edit. Acribia S.A.
- 24.- Herres, T.; Ulloa, N. and Taboada, M. Mexican Indigenous Fermented Beverages. (1980).

- 25.- Juárez Rodríguez Miguel Angel; Rodríguez Peralta Raúl. Otención de una bebida alcohólica a partir de aguamiel y comparada con bebidas comerciales. Tesis, Fac. de Química, UNAM 1990
- 26.- Lewis, M.J. Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de proceso. Ed. Acribia. S.A Zaragoza (España).
- 27.- Lewis, Richard J. Food Additives Handbook. Copyright (c) 1989 by Van Nostrand Reinhold New York. pág 23, 59, 60, 344, 395, 396.
- 28.- Lindner, P., Mejoras para el empleo del aguamiel. Rev. Mex. Biol. 6: pág. 224-225.
- 29.- Lobato, J. G. Estudio químico industrial de los varios productos del maquey mexicano, y análisis químico del aguamiel y del pulque. Tipografía de la Secretaría de Fomento. México, 1884.
- 30.- Loyola, E. La industria del pulque. Departamento de Investigaciones. Industriales. Banco de México, 1956.
- 31.- Macedo Enciso Miguel. Manual del maquevero. edit. Bartolome Trucco, 1950. pág. 8,9,13,26,28-46,53,55,88,92-94,104-106,108.
- 32.- Mead-Chen. Manual del Azúcar de caña. edit. Limusa 1991.
- 33.- Neymar Lorenzo, O. A.; Vargas García, M. G. Otención de un concentrado proteico para alimentación de ganado mayor a partir de dos lavaduras aisladas del aguamiel. Tesis, Fac. de Química, UNAM 1990.
- 34.- Mondragon, Jaimes Leonora. Evaluación y aplicación de técnicas analíticas en el área alimentaria. Tesis, Fac. de Química, UNAM 1989.
- 35.- Muller, H.G. Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Ed. Acribia, S.A Zaragoza (España). pág. 82-96, 243.
- 36.- NON - V - 22 - 1972.  
Norma oficial mexicana del aguamiel.

- 37.- NOM - V - 43 -1972.  
Determinación de la acidez total.
- 38.- NOM - V - 24 -1972.  
Determinación de densidad (grados Baumé).
- 39.- NOM - V - 17 - 1984.  
Determinación de extracto seco y cenizas alcohólicas
- 40.- NOM - V - 45 -1972.  
Determinación de índice de refracción a 20 °C con el refractómetro de inversión.
- 41.- NOM - V - 41 -1972.  
Determinación de pH.
- 42.- NOM - V - 40 -1972.  
Determinación de reductores totales y directos ( en glucosa ).
- 43.- NOM - F - 111 -1972.  
Determinación de sólidos totales.
- 44.- NOM- V - 29 -1972.  
Determinación de proteínas en "Aguamiel".
- 45.- Osborne y Voogt P. Análisis de los nutrientes de los alimentos. edit. Acribia Zaragoza (España) 1986. pág. 111-209.
- 46.- Patronato del Maguey. Jugo concentrado de maguey. México 1978.
- 47.- Pearson. Técnicas de Laboratorio para el análisis de alimentos. edit. Acribia S.A. 1° reimposición, 1981.
- 48.- Pérez, Peña F. Identificación de los carbohidratos del jugo de diferentes Agaves por cromatografía en papel. Tesis, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México 1956.
- 49.- Potter, N. Norman. La Ciencia de los Alimentos. Edumex. S.A 1978. pág. 309, 310, 311, 604, 605.

- 50.- Quintanilla Bravo Maritza. Determinación de Ácidos en una levadura aislada del aguamiel (*Torulopsis hidromelitis*) sujeta a diferentes tratamientos. Tesis, Fac. de Química 1992.
- 51.- Ranken, M.D. Manual de industrias de los Alimentos. 2ª edición edit. Acribia, S.A Zartagoza (España) 1993.
- 52.- Rodríguez Martínez, J. Vicente. Anteproyecto de una agroindustria para la elaboración de dulces a base de nopal. Tesis, Fac. de Química UNAM 1983.
- 53.- Ruiz Oronoz Manuel. Contribución al conocimiento de las levaduras del aguamiel y del pulque. Anales del IPN (Instituto de biología). Tomo XI México 1940.
- 54.- Ruvalcaba Mercado Jesús. El maquey mango. Historia y presente de Epazoyucan, Hgo. Colección Cuadernos Universitarios.
- 55.- Segura C. José. El maquey, memoria sobre el cultivo y beneficio de sus productos. 4 ed. rev., Sociedad Agrícola Mexicana. México 1901.
- 56.- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Subsecretaria de Planeación. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos 1989. Tomo I, edición agosto, 1992.
- 57.- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Subsecretaria de Planeación. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos 1990. Tomo I, edición Mayo, 1992.
- 58.- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Subsecretaria de Planeación. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos 1991. Tomo I, edición septiembre, 1992. PÁG 277, 556.
- 59.- Spencer-Meads. Manual del Azúcar de Caña. edit. Montener y Simon, S.A Barcelona 1987.
- 60.- Valadez Corona Ignacio. Estudio de las saponinas de los agaves y su efecto en la fermentación. Tesis, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México 1954.

61.- Valle, Vega Pedro. Toxicología de Alimentos. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, 1986. pág 84,114.

62.- Velázquez Verduzco, Octavio. Estudio de las vitaminas, glucosidos y alcalóides en el maquey pulquero. Tesis, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México 1958.

## **ANEXO**



SECRETARIA  
DE  
INDUSTRIA Y COMERCIO

DEPENDENCIA DIRECCION GENERAL DE NORMAS <sup>CA-2</sup>  
DEPARTAMENTO DE NORMALIZACION

BIOQUIMICA.

No. DE OFICIO

EXPEDIENTE 15/V

ASUNTO: Norma Oficial Mexicana para "Aguamiel"  
DGN-V-22-1972.  
(Esta Norma cancela la DGN-V-22-1970).

LA PRESENTE NORMA FUE APROBADA POR RESOLUCION  
PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DE  
FECHA 26 DE septiembre DE 19 72.

1. GENERALIDADES Y DEFINICIONES.

1.1. GENERALIDADES.

El aguamiel es un líquido traslúcido, de color amarillento, de olor y sabor característicos que se aprecian mediante prueba de catu do.

1.1.1. Usos.

El aguamiel se utiliza principalmente como sustrato fermentable en la elaboración del pulque.

1.1.2. Alcance.

Esta Norma se aplica a las características, recepción, clasificación, valuación y aprovechamiento del aguamiel que, en forma di recta o indirecta, sirva como sustrato fermentable.

1.1.3 Datos para el pedido.

Para la fácil identificación del aguamiel normalizada, el pedido debe especificar los siguientes datos: nombre del producto, tipo, cantidad expresada en unidades de producto, volumen expresado en litros, en caso de no hacer uso del Sello Oficial de Garantía, se nombramiento del lugar donde se verifique la calidad, incluyéndose, si es necesario, otros datos que faciliten el intercambio comer cial y Norma de referencia.

1.2. DEFINICIONES.

1.2.1. Aguamiel.

Para los efectos de esta Norma, se entiende por aguamiel, el ju

Al contestar este edico, cifrese lo fecha y los datos suministrados en el espacio superior de la hoja.

*[Handwritten signature and initials]*

.../...

go que se obtiene mediante el raspado previo del cajete o cavidad central del maguey pulquero.

1.2.2. Maguey pulquero.

Es la planta de la que se obtiene el aguamiel para la producción del pulque, que se cultiva principalmente en los estados de México, Hidalgo y Tlaxcala y que corresponde a ciertas especies del género Agave.

1.2.3. Maguey al "hilo".

Es la planta que habiendo alcanzado su óptimo desarrollo vegetativo, momento en que se abren las puntas de las hojas centrales, se encuentra en condiciones de ser sometida a la práctica de "capazón o capado".

1.2.4. "Capado o capazón del Maguey".

Es el corte que se practica en la base del vástago incipiente, de la floración, para evitar que ésta se efectúe.

1.2.5. Añejado del Maguey.

Es el tiempo en que la planta, después de ser "capada", alcanza las condiciones que son favorables para la obtención del aguamiel, mediante el raspado.

1.2.6. Picado del Maguey.

Es la formación manual de la cavidad o cajete del maguey, hasta un diámetro que esté de acuerdo con el tamaño de la planta; dando a los restos del material picado tiempo suficiente para lograr repetidamente las condiciones favorables a la explotación de la planta.

1.2.7. Raspado del Maguey.

Es el corte cuidadoso y fino que se practica diariamente en los tejidos del borde u orilla del cajete del maguey, para evitar la cicatrización y estimular la producción del aguamiel, ahondando la cavidad de dicho cajete para permitir su almacenamiento.

2. CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES.

2.1. CLASIFICACION.

El aguamiel se clasifica en 2 tipos, con un solo grado de calidad.

TIPO I.-Es el producto que cumple con las definiciones señaladas en los incisos 1.2.1. al 1.2.7. y que debe entonces hacer las especificaciones anotadas en la Tabla I. (Ver inciso 4.1.1.).

..//.



(3.-

TIPO II.- Es el producto que cumple con las definiciones señaladas en los incisos 1.2.1. al 1.2.7. y que debe satisfacer las especificaciones anotadas en la Tabla I (Ver inciso 4.1.2.).

2.2. ESPECIFICACIONES.

2.2.1. Físicas y Químicas.

T A B L A I

ESPECIFICACIONES.	TIPO I		TIPO II
	MIN.	MAX.	No menor de:
pH	6.6	7.5	4.5
Densidad grados Beaumé (Bé)	5	7	4.5
Indice de refracción con el refractómetro de inmersión a 20°C.	59	100	27
Sólidos totales g/100 ml	13	17	7
Azúcares reductores totales (en glucosa) g/100 ml	8	12	6
Azúcares reductores directos (en glucosa) g/100 ml	2	3	3
Gomas (en glucosa) g/100 ml	2	6	0.20
Proteínas mg/100 ml	300	600	100
Cenizas mg/100 ml	300	430	180
Acidez mg/100 ml (como ácido láctico).	0.90	1.03	No mayor de: 4.00

2.2.2. Bioquímicas.

2.2.2.1. Organolépticas.

2.2.2.1.1. Color.

Debe tener un color ambarino, propio del producto.

2.2.2.1.2. Olor.

El olor debe ser el característico del producto.

2.2.2.1.3. Sabor.

El sabor del aguamiel debe ser dulce, suigénico.

## 2.2.2.1.4. Aspecto.

El aguamiel debe tener aspecto translúcido.

## 2.2.3. Muestreo.

Para definir la aceptación o rechazo del producto, el muestreo se realiza determinando, como mínimo, las siguientes especificaciones fijas que son: el pH y el contenido de reductores totales. Para tal fin, se debe tomar una muestra no menor de 100 ml por unidad o envase.

El resto de las especificaciones de la Tabla I, se determina en la muestra de común acuerdo entre comprador y vendedor; a falta de este acuerdo se procede como se indica en la Tabla II.

T A B L A II

NUM. DE ENVASES DE AGUAMIEL DE UN SO LO TIPO.	NUM. DE ENVASES A MUESTREAR
1 - 5 unidades	1 envase
6 - 20 "	5 "
21 - 50 "	10 "

De cada envase a muestrear, se toma una muestra constituida con porciones aproximadamente iguales, extraídas de los niveles inferior, medio y superior (Ver inciso 4.1.3.). El volumen extraído no debe ser menor de dos litros, que constituye la muestra final, la cual debidamente homogeneizada, se utiliza para determinar las especificaciones de la Tabla I.

2.2.3.2. Debido a la inestabilidad del producto, la verificación de las especificaciones debe hacerse de inmediato a la entrega del producto en el lugar de recepción.

## 2.2.4. Envasado.

El producto debe envasarse en recipientes que garanticen su calidad sanitaria.

## 2.2.5. Marcado.

Cada envase debe llevar impresas, en forma destacada y perfectamente legibles, las siguientes indicaciones:

Nombre del producto, contenido neto expresado en litros, lugar de envasamiento y nombre o razón social del productor.

En caso de que el producto se embarque a granel, los datos anteriores figurarán en los documentos de la transacción comercial.

### 3. METODOS DE PRUEBA.

Para verificar las especificaciones que se establecen en esta Norma, deben aplicarse las siguientes Normas Oficiales Mexicanas de Métodos de Prueba en vigor:

- DGN-V-17.- Determinación del Extracto Seco y Cenizas en Bebidas Alcohólicas.
- DGN-V-24.- Determinación de la Densidad (grados Baumé).
- DGN-V-29.- Determinación de Proteínas.
- DGN-V-40.- Determinación de Reductores Totales y directos (en glu cosa).
- DGN-V-41.- Determinación de pH.
- DGN-V-43.- Determinación de la Acidez Total.
- DGN-V-45.- Determinación del Índice de Refracción a 20°C, con el Refractómetro de inmersión.
- DGN-F-111- Determinación de Sólidos Totales.

Determinación Gomas, aplíquese el Método de Prueba DGN-V-40 con la siguiente modificación:

Quando se trate determinar Gomas como dextrinas, se sigue el mismo procedimiento que para Reductores Totales, hasta donde se enuncia calentar a baño de vapor a 60° durante 10 minutos en vez de esta temperatura será calentar a ebullición y reflujo durante una hora y se continúa el método.

La cantidad de gomas estará dada por el valor obtenido en la de terminación de gomas menos el de Reductores Totales.

### 4. APENDICE.

#### 4.1. OBSERVACIONES.

4.1.1. Para obtener aguamiel de Tipo I se recomienda, se inicie la recolección del producto 15 días después del primer raspado, en un lapso que varíe de 30 a 60 días.

4.1.2. El aguamiel en ambos tipos no debe presentar signos de fermentación avanzada.

4.1.3. Para efectuar el muestreo a tres niveles, debe emplearse un tipo de sonda para tres niveles con la cual se obtengan resultados satisfactorios.

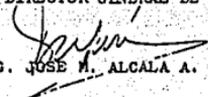
..//.

4.2. BIBLIOGRAFIA.

4.2.1. Datos proporcionados por el Patronato del Maguey y la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

México, D.F., a 12 SET. 1972

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS.

  
ING. JOSÉ M. ALCALA A.



LPV/SCF/mve.

SECRETARÍA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA  
Secretaría de Normas