

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**MÉTODOS DE CONSERVACIÓN PARA RETARDAR LA
FERMENTACIÓN EN AGUAMIEL.**

POR

CLAUDIA MARGARITA RAMOS ZABLAH

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el

Título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**MÉTODOS DE CONSERVACIÓN PARA RETARDAR LA
FERMENTACIÓN EN AGUAMIEL.**

TESIS

POR

CLAUDIA MARGARITA RAMOS ZABLAH

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE H. JURADO EXAMINADOR

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

M.C. LUIS LAURO DE LEÓN GONZÁLEZ
Presidente del Jurado

DR. ALFONSO REYES LÓPEZ
Primer Sinodal

M.C. HUMBERTO MACIAS HERNÁNDEZ
Segundo Sinodal

DR. RAMÓN FLORENCIO GARCÍA CASTILLO
Coordinador de la División de Ciencia Animal

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO; DICIEMBRE DE 2004

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la oportunidad de vivir

A mis Padres

Con profundo amor y respeto por su constante sacrificio y ejemplo, lo cual hicieron posible la culminación de mis estudios.

A mi Esposo

Quien con su amor, paciencia, comprensión, apoyo incondicional y confianza me motivaron para terminar mis estudios.

A mis Hijos

Genaro Asael y Emilia Nikole

Con todo mi amor y por ser lo más importante en mi vida.

A mi tío.

Mario Alberto (q.e.p.d.)

A mis abuelos.

Por el apoyo y cuidado que siempre me han brindado.

A mis tíos y primos.

Por el apoyo y motivación que me brindaron durante el transcurso de mis estudios.

A los Ingenieros que me apoyaron.

A mis amigos y compañeros.

Quienes siempre me brindaron su apoyo.

A todos ellos por su comprensión y paciencia.

A mi Alma Mater.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por el apoyo
brindado en mi formación profesional.

Con respeto y admiración al M.C. Luis Lauro de León González quien
siempre me apoyó en mis estudios y formación profesional y fungió
como asesor principal.

Muy especialmente al Dr. Alfonso Reyes López por su tiempo,
tolerancia, asesorías y opiniones para la realización de este trabajo.

De manera muy especial al M.C. Humberto Macías Hernández, por su
invaluable ayuda y amable atención para la realización y desarrollo de
este trabajo.

A la M.C. Evangelina Rodríguez Solís por su apoyo en el desarrollo de
este trabajo.

A Mildred, Mario, Francisco, Rocío, Cuquis, Silvia Q; Alfredo, Jemima,
Lulú, Norma, Irma, Juanita, Lety, Silvia, Conny, Dorita, Laurita, Cecilia,
al amigo, y a todos aquellos que de una u otra forma me ayudaron,
apoyaron y confiaron en mi para desarrollar este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	pág
Índice de Tablas-----	ix
Resumen-----	1
Introducción-----	2
Objetivos-----	3
Hipótesis-----	3
Revisión de Literatura-----	4
Usos y Productos del Maguey-----	4
Cultivo y Explotación del Maguey-----	5
Ubicación de la Zona Pulquera y Características del Suelo y del Clima-----	7
Labores de Cultivo del Maguey Pulquero-----	8
Aprovechamiento del Maguey para la Obtención del Aguamiel-----	15
Recolección del Aguamiel-----	21
Causas de la Disminución de las Reservas de Maguey-----	24
Contribución al Estudio Bacteriológico del Aguamiel y del Pulque-----	25
Aislamiento-----	25
Morfología-----	25
Otros Usos del Aguamiel-----	29
Pulque-----	30
Materia Prima-----	30
Como se Elabora el Pulque-----	31
La Pausterización-----	31

Pausterización por Altas Presiones-----	32
Generalidades de la Evaluación Sensorial-----	33
Determinación de Normas-----	33
Control de Calidad-----	33
Correlación de los Atributos Sensoriales y Propiedades	
Fisicoquímicas-----	33
Mercadotecnia-----	33
Apariencia-----	34
Textura-----	34
Metodología de Detección de Señales-----	34
Los Sentidos-----	35
La Vista-----	35
El Olfato-----	35
El Tacto-----	35
El Gusto-----	35
La Audición-----	35
Propiedades Sensoriales-----	36
Color-----	36
Olor-----	36
Gusto-----	36
Aroma-----	36
Apariencia-----	37
Sabor-----	37

Materiales y Métodos-----	38
Localización del Sitio Experimental-----	38
Características del Sitio Experimental-----	38
Procedencia de las Muestras del Aguamiel-----	38
Procedimientos-----	39
Tratamientos-----	39
Análisis Químico-----	40
Determinación de pH y Acidez Titulable-----	40
Determinación de Vitamina C-----	42
Determinación de Sólidos Solubles Totales-----	43
Análisis Bacteriológico-----	44
Aislamiento y Cultivo de Microorganismos Anaerobios-----	44
Análisis Bromatológico-----	45
Materia Orgánica-----	45
Cenizas-----	47
Almidón-----	49
Determinación de Proteína-----	50
Comentarios de Agricultores-----	53
Resultados y Discusión-----	54
Análisis Químico-----	54
Análisis Bacteriológico-----	65
Análisis Bromatológico-----	66
Análisis Organoléptico-----	69

Conclusiones-----	73
Literatura Citada-----	75

ÍNDICE DE TABLAS

	pág
Composición Química del Aguamiel-----	26
Análisis Hechos en Diversas Épocas, por Diferentes Químicos-----	28
Análisis por el Dr. L. Río de la Loza, 1858-----	28
Análisis por Boussingault-----	28
Análisis por Dr. Lobato, 1884-----	29
Análisis por F. Fernández Tagle-----	29
Comparación entre Aguamiel y Pulque-----	31
Comparación de pH para Todos los Tratamientos en Todas las Fechas-----	55
Comparación de ° Brix para Todos los Tratamientos en Todas las Fechas-----	57
Comparación de Por Ciento de Ácido Cítrico para Todos los Tratamientos en Todas las Fechas -----	59
Comparación de Por Ciento de Ácido Málico para Todos los Tratamientos en Todas las Fechas -----	61
Comparación de Por Ciento de Ácido Tartárico para Todos los Tratamientos en Todas las Fechas -----	63
Comparación de Vitamina C (mg/100g) para Todos los Tratamientos en Todas las Fechas -----	65
Análisis Bacteriológico-----	66
Análisis Bromatológico-----	66
Análisis Organoléptico-16 de junio-2003-----	70
Análisis Organoléptico-19 de junio-2003-----	71

RESUMEN

La materia prima para la elaboración del pulque es la savia del maguey o aguamiel. Ésta proviene de magueyes mansos, es un líquido azucarado, incoloro, transparente, con cierto olor herbáceo y sabor agradable.

El empleo principal que se dá al aguamiel es el de la elaboración del pulque.

Su consumo como bebida es el único uso importante que tiene el aguamiel, aparte de la elaboración de pulque y para tal fin se toma en su estado natural o cocido en lugar del agua. Para aprovechar las propiedades curativas que se le atribuyen, la gente del campo lo consume frecuentemente en ayunas y en dosis pequeñas. Tiene también cierto poder laxante.

Con el objetivo de determinar el método que conserve y retarde la fermentación del aguamiel se llevó a cabo un experimento que consistió en 12 tratamientos en los cuales se analizaron: análisis químico, bacteriológico, bromatológico y organoléptico

En este experimento no se utilizó diseño estadístico ya que no se realizaron repeticiones en los análisis.

Se observó que en todas las variables los mejores tratamientos fueron TC (testigo con conservador) y PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min).

INTRODUCCIÓN

En Mesoamérica, el hombre ha considerado importante a esta planta desde hace por lo menos 9000 años.

El maguey formaba parte en la dieta de 7000 años antes de J.C. a 1500 después de J. C. En relación al agave, los indígenas seleccionaban para cultivar las especies más dulces; cocinaban las partes suaves por medio de fuego directo o con agua caliente en sitios que tenían una apariencia semejante a la de un rosticero en que se colocaba carbón.

Al nombre "maguey" se le atribuye un origen caribeño-antillano; se hace uso de este nombre para la planta en México, desde la época colonial.

Además de alimentos y fibras, los agaves tienen una larga historia de aprovechamientos. Muchas especies de agaves al igual que los magueyes comunes se plantan formando cercas o setos para separar predios. En algunos lugares de México se plantan agaves para proteger las propiedades de la invasión de intrusos.

El uso y aprovechamiento del maguey es realmente amplio ya que se utiliza para la elaboración de bebidas, comidas, condimentos, medicinas, tejido y vestuario, construcción, uso doméstico general, ornato, en el sector agrícola, forraje, en lo religioso y otros destinos.

El maguey se utilizaba principalmente para la producción de aguamiel el cual se utilizaba para la elaboración del pulque que era la bebida principal de nuestros antepasados.

Objetivo General

Caracterizar métodos de conservación para retardar la fermentación en aguamiel.

Objetivos Específicos

- Realizar análisis químico de las muestras de aguamiel
- Hacer análisis organoléptico de las muestras de aguamiel
- Elaborar análisis bacteriológico de las muestras de aguamiel
- Realizar análisis bromatológico de las muestras de aguamiel

Hipótesis

La aplicación de un método de calor retardará el proceso de fermentación en el aguamiel.

REVISIÓN DE LITERATURA

Usos y Productos del Maguey

El cultivo del maguey es utilizado en la retención de humedad y control de orientación, utilizado también para recuperar porciones de terreno como las grietas y cárcavas, ocasionadas por la erosión, mediante la práctica de bordos, terrazas e hileras.

El maguey (*Agave atrovirens*) es la especie que provee cerca del 75 por ciento de la bebida fermentada conocida como “pulque”, producida y consumida en la región del altiplano central de México, además de pulque también se producen jarabes y mieles derivados de la sabia del maguey o aguamiel. El aguamiel es un líquido azucarado, incoloro, transparente, con cierto olor herbáceo y sabor dulce agradable que se consume natural o cocido como sustituto de agua y laxante (Cortés,2000).

De las pencas se extrae una fibra textil, fuerte y fina, con la cual se hacen cordones, redes, costales y ocasionalmente telas; el pulque se utiliza como condimento de pan de pulque, la pulpa de las hojas (cataplasma) se utiliza sobre magulladuras e inflamaciones de los animales domésticos para sanarlos; en

algunas regiones las hojas son utilizadas como alimento forrajero del ganado lechero (Cortés, 2000).

Cultivo y Explotación del Maguey

Existen numerosas especies y variedades de magueyes productores de aguamiel, destacándose entre ellos el maguey manso, cuyo nombre científico es *Agave atrovirens* Karw. Este es el típico maguey de pulque. Su raíz es fibrosa, su tallo muy corto y grueso; las hojas, cuyo número varía de 30 a 50, son de color verde oscuro; sus bordes están provistos de una púa, oscuro, las hojas son grandes, pues su longitud varía de 1 a 2.5 m y su anchura es de unos 30 cm, son muy gruesas y angostas cerca de la base y se distribuyen muy juntas en torno al 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 le hayan proporcionado. En los magueyes cultivados la floración se presenta de los ocho a los doce años, pero en los silvestres es más tardía. Al llegar a la floración, la yema central de la planta o cogollo (meyolote) emite un tallo o pedúnculo floral llamado quiote, que se desarrolla en poco tiempo y cuya altura llega a ser superior a cinco metros; este tallo floral remata en un enorme racimo compuesto cuyas ramificaciones tienen numerosos grupos de flores erguidas de color verde amarillento.

No se sabe con precisión cuántas son las especies de magueyes productores de aguamiel que existen en el país, pues sobre este punto no hay acuerdo entre los investigadores. Loyola (1956), dice que en México existen 170 especies de magueyes y que en la región de Ápam, la zona pulquera por excelencia, se cultivan 33 y sólo tres pueden considerarse como pulqueras”.

Los nombres populares de las especies o variedades de maguey más conocidas y cultivadas son: manso, penca larga, cimarrón, chalqueño, ayoteco, cenizo, carrizo o carricillo, mano larga, poblano, mexicano, maguey criollo, santanero, chichimeco, muthá, xaminí, sálate, xilomen, etc.

En realidad, las especies de maguey que se cultivan para la obtención del aguamiel y la elaboración del pulque son pocas (de seis a ocho), pero se emplean varios términos, según los lugares, para designar la misma especie o variedad. El maguey ayoteco, por ejemplo, se llama también chalqueño y el cenizo recibe así mismo los nombres de carricillo, penca larga, mexicano, etc. Se distinguen y singularizan estas variedades por la longitud, anchura y forma de las hojas, el color y la disposición de las mismas, lo que determina la forma y el tamaño de las plantas; por la cantidad y calidad del aguamiel que producen; por la amplitud del período de desarrollo, etc. Para los “prácticos” resulta fácil distinguir las variedades de que se trata, con base en la observación de los caracteres indicados.

El maguey manso es la especie productora de aguamiel que más abunda y cuya región natural es más amplia (Loyola, 1956).

Ubicación de la Zona Pulquera y Características del Suelo y del Clima

Una gran parte de la República Mexicana, por sus condiciones geográficas y agrológicas, es apropiada para el desarrollo del maguey, refiriéndonos a él genéricamente, ya que éste crece en regiones poco lluviosas, con temperaturas templadas y frías y suelos resacos y duros, características frecuentes en nuestro territorio. Sólo las zonas de excesiva humedad y de altas temperaturas no corresponden a la región natural propia de estas plantas. Pero al referirse a las especies de magueyes productores de aguamiel, se puede señalar que la zona más amplia en que se cultivan se sitúa, en términos generales, desde el extremo meridional del Distrito Federal y los puntos que quedan a la misma altura en los estados de México y Puebla (el eje volcánico), por el sur hasta las llanuras de San Luis Potosí y Saltillo, en la Mesa del Norte y desde Tehuacán, Perote y Teziutlán por el oriente, hasta Zitácuaro y Morelia por el occidente.

La zona en donde el cultivo del maguey y la elaboración del pulque revisten importancia económica se circunscribe principalmente a los estados de Hidalgo, Tlaxcala, México y parte de los de Puebla, Querétaro, Michoacán y el Distrito Federal. Todavía más, dentro de esta región puede señalarse aquella parte en que el cultivo del maguey de pulque es más intenso, la cual se localiza en las zonas limítrofes de los estados de Hidalgo, México y Tlaxcala. En el Estado de Hidalgo, la zona más fuertemente magueyera es la del sureste, observándose que la parte

noreste de la entidad, que limita con las huastecas potosina y veracruzana, no pertenece, por sus condiciones naturales, a la región magueyera.

Los suelos de la zona típicamente magueyera son por lo general pobres: su capa arable es muy delgada (de 30 a 40 cm) y de composición arcillosa y arcillo-arenosa; en el subsuelo predomina el elemento arcilla formando capas sumamente compactas (tepetate). En muchos casos son terrenos pedregosos y de ondulaciones más o menos pronunciadas. La altura predominante fluctúa muy próxima a 2000 m sobre el nivel del mar. El clima de la región es más bien frío, su régimen de lluvias pobre e irregular y el período de heladas, amplio. La mayor parte de las magueyeras existentes ocupan terrenos en los cuales el riego es difícil, tanto por la carencia de agua en la zona como por la topografía misma, pues los terrenos de cultivo son frecuentemente inclinados y se hallan en los flancos de los cerros y lomas (Loyola, 1956).

Labores de Cultivo del Maguey Pulquero

El maguey que se aprovecha para la obtención del aguamiel y la elaboración del pulque, generalmente es maguey cultivado. En forma esporádica se explotan magueyes silvestres, pero este caso frecuente y su volumen es insignificante dentro de la industria.

En épocas anteriores, el maguey silvestre abundaba en diversos lugares de la zona pulquera, constituyendo para los pobladores un recurso aprovechable que la naturaleza ofrecía espontáneamente con mayor o menor abundancia. En la actualidad el maguey de pulque silvestre es muy escaso. Como el maguey

requiere muy pocas labores de cultivo, se tiene la impresión de que es una planta silvestre, pues hay casos en los que lo único que hace el hombre es “sentar” la planta, es decir, plantarla, abandonándola después completamente a la naturaleza.

La multiplicación del maguey se obtiene mediante la utilización de los hijuelos o mecuates, que en buen número producen las plantas grandes. La experiencia ha enseñado a los agricultores que las semillas no son útiles para este propósito porque se obtienen plantas de apariencia defectuosa y de muy lento desarrollo, que tardan hasta 25 años en llegar a su madurez. El empleo de las semillas sería recomendable para obtener variedades seleccionadas, a pesar de las dificultades que esto supone.

En todos lados en que se cultiva el maguey de pulque, el método que se sigue para su propagación es el del cultivo de los hijuelos o mecuates, método que tiene dos variantes: cultivo de las plantas en vivero antes de la plantación definitiva y plantación definitiva directa, es decir, pasando por alto el cultivo del vivero.

En el primer caso, que es poco frecuente, se utilizan para esa etapa preliminar del cultivo, plantas de cinco a seis meses de edad y de medio metro de altura aproximadamente, sembrándose a distancia de uno y medio a dos metros. La planta permanece en el vivero tres años aproximadamente, hasta alcanzar la altura conveniente (que es de un metro más o menos) y las condiciones de lozanía apropiadas para el trasplante.

En el segundo caso, que es el más común, el maguey para planta no recibe el cultivo de almácigo descrito, sino que permanece junto a la planta grande durante el tiempo suficiente (de dos a cuatro años) hasta que alcanza el tamaño adecuado

para la plantación definitiva, que es aproximadamente de un “metro verde”, es decir, descontando el mezontete y la púa. Cuando alcanza las condiciones requeridas, el agricultor lo arranca, lo limpia y desbarba, lo poda, quitándole buen número de hojas y lo deja en el campo a la intemperie durante algunas semanas, con el propósito de que se oree, cuidando de cubrirle el mezontete y las heridas causadas al podarlo con pedazos de pencas, para protegerlo contra las heladas. El objeto que se persigue al dejar el maguey a orear o “escurrir”, así como al podarlo, es el de que la planta pierda peso para que sea más fácil su transporte. Según algunos escritores, también se deja orear el maguey antes de plantarlo con el fin de que cicatricen las lesiones que se le causaron al arrancarlo, evitando así que se pudran las raíces o el tallo. Algunos agricultores sostienen que tratando de esta manera el maguey, éste arraiga o “prende” con mayor fuerza y rapidez al plantarlo, suposición que parece errónea, pues es natural que la planta esté en mejores condiciones para plantarse cuanto antes se efectúe esta operación por disponer entonces de mayores reservas.

El maguey de pulque exige pocas labores de cultivo, pues en muchos casos la única que recibe es la siembra o plantación, lo que se observa especialmente en el caso de las magueyeras situadas en cerros y lomas. El maguey cultivado en terrenos más o menos planos, e intercalado con otros cultivos, se beneficia con los barbechos, limpieas, etc., que se dan a éstos. En el mejor de los casos, las labores agrícolas que recibe son las siguientes: plantación, limpieas, barbechos o escardas y podas o recortes, las cuales se efectúan a intervalos bastante amplios, pues el lento crecimiento de la planta así lo determina.

Por lo que se refiere a la plantación, se distinguen dos formas principales de “sentar” el maguey: en cepas y en bordos. El primer método es el más común y se emplea en terrenos planos y de buen espesor, así como en los inclinados y duros o tepetatosos. El segundo, sólo en tierras de cepa vegetal de regular profundidad. El barbecho previo a la plantación se efectúa sólo en terrenos planos y de capa vegetal adecuada; después de éste, en el momento oportuno, se trazan surcos, para colocar el maguey en hoyos o cepas que se abren con pala. La disposición de los magueyes se hace al tresbolillo de modo que las plantas queden alineadas en todas direcciones.

En los terrenos duros e 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 los terrenos planos. También en este caso la colocación de las plantas se hace al tresbolillo. En las pendientes, una vez plantado el maguey, se levanta un bordo en semicírculo, hacia la parte más baja del terreno (media luna), con objeto de retener el agua de las lluvias y proporcionar más humedad al maguey. Con este propósito también, en los terrenos menos inclinados, se construye un rodete en torno de la planta. En ocasiones las cepas se abren con cierta anticipación a fin de que la tierra reciba la acción benéfica de los agentes meteorológicos.

En los terrenos cerriles la apertura de las cepas es difícil y por ello el maguey se planta a poca profundidad, rodeándolo con piedras para fijarlo mientras echa raíces. Los terrenos de pendientes fuertes, duros, delgados o cerriles se destinan en muchos casos únicamente al maguey (frecuentemente porque sólo sirven para este cultivo) y por tanto el número de magueyes que se siembra por hectárea es

mayor. En cambio, en los terrenos planos y de profundidad apropiada el maguey se planta a distancias más amplias, a fin de dejar mayor superficie para el cultivo del maíz, la cebada o las leguminosas. Esta es la forma de lograr el mayor aprovechamiento de las tierras.

Aunque el maguey puede plantarse en todas las épocas del año, los agricultores prefieren llevar a cabo esta operación antes de que comience el período de lluvias, para que las plantas aprovechen la humedad. Los agricultores estiman que las pérdidas que se registran en la plantación del maguey varía de un 10 por ciento a un 20 por ciento de las plantas "sentadas", siendo mayores las pérdidas cuanto más pequeña es la planta. Por eso para la plantación definitiva se prefieren plantas de más de 80 cm de altura.

La utilización de abonos en el cultivo del maguey es prácticamente nula, ya que sólo se emplean en casos excepcionales; se emplea principalmente estiércol, aunque también se usa de vez en cuando la ceniza en las plantaciones domésticas.

Aunque los abonos, cultivos y riego no son indispensables para el desarrollo del maguey, puesto que éste crece más o menos bien en la mayoría de las plantaciones existentes, sin recibir tales cuidados, que en muchos casos no es posible proporcionar, el agricultor no deja de efectuar las labores aconsejables cuando las circunstancias lo permiten. Muy escasas son las plantaciones magueyeras que tienen riego, pero éste se destina primordialmente a las siembras de alfalfa, trigo o cebada, que son las de mayor importancia en esta clase de tierras, en las cuales el maguey ocupa solamente los bordos y las cercas.

El número de magueyes que se cultivan por hectárea es variable y depende de las condiciones que ofrecen las tierras para explotarse mediante cultivos intercalados, pues cuanto más apropiadas son para cultivos de mayor rendimiento económico, las distancias a que se planta el maguey son mayores, con lo que se consigue dejar una superficie más amplia para aquellos cultivos, resultando un número más bajo de magueyes por hectárea. En estos casos el maguey se planta a distancias que varían de cinco a diez metros, a lo que corresponde un número de magueyes por hectárea de 100 a 400. En nuestra opinión, el número de magueyes por hectárea, en este tipo de tierras, es actualmente de 200 en promedio.

Pero en las tierras que sólo en años buenos se siembran con maíz o cebada y en las más áridas y las cerriles, en las cuales el cultivo del maguey es el predominante y en ocasiones el único, el maguey se planta a distancias menores de cinco metros y aun puede haber en una hectárea hasta dos mil magueyes. Las magueyerías que tienen más de 800 magueyes por hectárea son relativamente escasas. El número de magueyes por hectárea en este tipo de tierras llega en promedio a 500.

Comprendiendo ambos grupos de tierras y tomando en cuenta las informaciones de los agricultores de diversos lugares, se estima que el número de magueyes cultivados por hectárea es de 400 por término medio.

Para mantener existencias de maguey adecuadas en las explotaciones pulqueras de carácter permanente, dado el lento desarrollo de la planta, es necesario hacer plantaciones sucesivas o escalonadas. Por eso al efectuar la primera plantación se deja entre las hileras de magueyes el espacio suficiente para hacer las siembras subsiguientes en el momento oportuno. Una plantación bien atendida

debe poseer, en opinión de los agricultores, de tres a cuatro escalones o generaciones de magueyes, por lo menos, y para mantenerla en explotación continua las plantas deben reponerse oportunamente. En consecuencia, el número de magueyes por hectárea a que hemos hecho referencia comprende los magueyes de todas las edades, con excepción de los hijuelos que crecen al pie de las plantas grandes.

El maguey alcanza las condiciones apropiadas para la obtención del aguamiel en un término que varía de ocho a doce años, pero en ocasiones la planta se desarrolla con tal lentitud que necesita hasta 20 años para llegar a su madurez. El desarrollo del maguey está condicionado por diversos factores, siendo los principales la tierra, el cultivo, el clima y la variedad o especie de la planta. En terrenos de capa vegetal de buen espesor, de temperaturas templadas y en los que la planta recibe los cultivos adecuados, el maguey llega al punto apropiado para explotarse de los ocho a los 10 años, mientras que en tierras áridas, delgadas y tepetatosas, de climas fríos y en los que la planta se encuentra más o menos abandonada, el maguey necesita de 10 a 14 años para alcanzar el punto conveniente para su explotación.

Cabe señalar que en muchos casos la explotación del maguey se efectúa prematuramente, por diversos motivos que atañen al interés del cultivador. En ocasiones, éste, por ignorancia, o por necesidad o afán de obtener ingresos, realiza una explotación intensiva y anticipada de sus magueyeras. La consecuencia de una explotación prematura es la disminución tanto de la producción de aguamiel por planta como de la calidad del aguamiel obtenida (Loyola, 1956).

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 su hojas durante esta fase de su desarrollo, en la cual produce un tallo floral o quiote de grandes dimensiones. El aguamiel no es otra cosa que la savia del maguey y su obtención para la elaboración de pulque se logra mediante la interrupción del desarrollo normal de la planta.

Aproximadamente a los diez 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 su 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 las 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 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

magueyeras, 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. Si esta operación se efectuara de acuerdo solamente con el crecimiento natural de la planta, se verificaría con mayor frecuencia durante el verano; pero en la actualidad se realiza de un modo más o menos uniforme durante todo el año, de acuerdo con las necesidades del agricultor o del elaborador. De cualquier manera, lo cierto es que el agricultor siempre está atento para efectuar la capazón en el momento oportuno (cuando no lo anticipa), ya que de no hacerlo así correría el riesgo de perder la planta para la obtención de aguamiel, porque la floración se verifica en un período muy breve, que contrasta con el lento desarrollo anterior de la planta.

La castración se lleva a cabo en la forma siguiente: primero se hace una inspección alrededor de la planta (“se carea”), buscando la parte más accesible para llegar al cogollo. Fijada esta vía de acceso, que es el lado 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. De esta manera el operario (“capador”) se aproxima al cogollo de la planta, para llegar al cual tiene que cortar la penca que le cierra el paso (denominada penca de la “llave”); a continuación 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 corta algunas de las pencas que rodean al meyolote para facilitar la extracción completa de la yema o embrión del tallo floral (“huevo” o “huevoito”), 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 instrumental 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. Esta operación requiere de parte de quienes la realizan cierta habilidad o preparación práctica, fáciles de adquirir.

Concluida la capazón, el maguey se deja “orear” con el propósito de que el tallo de la planta 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 denomina 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 un año y en tierras delgadas, de seis meses, sin que el aguamiel se vea afectado desfavorablemente; asimismo, el maguey castrado al hilo se orea con mayor rapidez que el castrado gordo. También en este caso el agricultor permanece atento para iniciar la obtención del aguamiel en el momento adecuado, pues si el período de oreo se prolonga más de lo debido, la producción de aguamiel se reduce y baja su calidad.

Cuando el maguey “capón” llega al estado de añejamiento conveniente, que los agricultores identifican por la aparición de ciertas manchas en las hojas de la planta, se procede a la “picazón”, operación que tiene por objeto, por una parte, abrir en el tallo del maguey (mezontete, “jícama” o “piña”) la cavidad en que habrá

de acumularse el aguamiel, y por otra parte, producir en la planta la lesión necesaria para 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 descubierta del tallo para preparar la apertura de la “taza”. Utilizando el raspador, el operario da forma a esta cavidad, raspando la masa de tejidos blandos 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 expresión de los prácticos, durante un período de cuatro a 10 días, según la estación y los cambios de la 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” se extrae la raspadura que quedó dentro de él al efectuarse la “picazón” y se raspan las paredes de la cavidad, para abrir las bocas de los vasos por donde el aguamiel fluye. Después de uno o dos 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 aproximadamente de dos a tres semanas después de haberse iniciado la raspa y se mantiene en este nivel durante dos 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 maguey es de tres meses, en promedio.

La recolección del aguamiel se verifica diariamente, por la mañana y por la tarde. Algunas veces se recoge también al mediodía, 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 (“tlachiquero”) utiliza una especie de cuchara grande, redonda, bien afilada y de mango corto (“raspador” u ocaxtle) con la cual corta capas más o menos finas y 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 maguey mediante la raspa recibe el nombre de metzal y algunos tlachiqueros la juntan para alimento de puercos, pero este aprovechamiento del maguey es, en realidad, de escasa importancia. 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.

La cantidad de aguamiel que produce la planta está condicionada por varios hechos, algunos de los cuales son los mismos que influyen en el desarrollo del maguey. La cantidad de aguamiel que produce un maguey depende, en primer lugar, del tamaño del mismo, pero este hecho, a su vez, es consecuencia de la calidad de las tierras, de los cultivos que se le dieron y de la especie o la variedad del maguey cultivado. Por la variedad y por el tamaño que alcanza, el maguey chalqueño o ayoteco es el que produce mayor cantidad de aguamiel (hasta ocho litros por día en casos excepcionales); el maguey de penca larga da menor producción que el anterior (de tres a cinco litros en los días de máxima producción) pero es más importante porque existe en mayor cantidad; el maguey manso es la variedad más ventajosa, tanto porque su producción es importante

(dos litros por día en promedio durante tres meses), como porque es la de mejor calidad.

También influyen en la cantidad de aguamiel que da el maguey ciertos hechos relativos a la forma en que el tlachiquero efectúa la "raspa". Si éste tiene la mano "pesada" (si la "recarga" o la "aprieta" demasiado), es decir, si al efectuar la raspa hace cortes más gruesos de lo que conviene, 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 maguey no es constante o uniforme durante todo el período de producción, sino 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 maguey. Los cambios de temperatura, las heladas, el granizo, etc., afectan a la planta de tal modo que disminuye su producción de un día para otro; en el verano, la planta desprende una mayor cantidad de los jugos almacenados en sus hojas, ya que la temperatura templada y la humedad propias de esta estación ejercen una acción beneficiosa. A este aumento en la producción, cuando se registra, se atribuyen consecuencias desfavorables en el comercio porque al aumentar la oferta bajan los precios.

Bajo la influencia de los diversos factores mencionados, resulta que la cantidad diaria de aguamiel que producen los magueyes oscila desde medio litro hasta ocho litros, siendo poco frecuentes los casos en que la producción es superior a cinco litros. Sin embargo, la mayoría de los agricultores estiman que la cantidad de aguamiel que produce el maguey en un día es de dos litros por término medio.

Cuando la producción de aguamiel desciende hasta el grado de que es poco provechoso recogerla (a un cuarto de litro o menos), se abandona la planta, la cual deja de producir aguamiel en poco tiempo al suspenderse la raspa. En estas condiciones el maguey ha perdido la mayor parte de los jugos almacenados en sus hojas, las que se enjutan y se inclinan hacia el suelo. Se piensa que en este momento el maguey podría utilizarse para obtener la fibra, cuya extracción sería más fácil por la reducción del volumen y el peso de las hojas. En la práctica no se aprovecha en tal forma el maguey ya explotado.

La duración del período de producción el maguey es de tres meses por término medio. De este modo, si los magueyes producen aguamiel durante tres meses, a razón de dos litros diarios, la producción de aguamiel por maguey durante la vida útil de la planta es de 180 litros en promedio (Loyola, 1956).

Recolección del Aguamiel

El tlachiquero provisto de un acocote, o sea un calabazo que es ancho en la parte superior y largo y angosto en la inferior, se sirve para extraer el aguamiel de cada maguey, introduciendo la parte angosta dentro de ella, y con su dedo de la mano izquierda tapa o destapa del acocote, cada vez que con la boca colocada en el agujero superior, hace el vacío.

Estos acocotes son de seis a 10 litros de capacidad, y siempre cansan al tlachiquero y muchas veces no lo dejan orillar bien. Además, son antihigiénicos por el contacto que tienen la boca y la mano con el aguamiel.

En vista de esto se ha ideado una bomba de ocho litros de capacidad, la cual absorbe toda el aguamiel y deja en libertad al tlachiquero para raspar sin dificultad. Esta bomba es de aluminio y bronce, completamente desarmable para poder lavarla frecuente y fácilmente, a fin de quitarle todo el sarro gomoso que produce el aguamiel.

Cuando llueve, el tlachiquero tiene que escoger el aguamiel, introduciendo lentamente su mano en la punta de su acocote hasta el fondo de la taza del maguey y absorbe un poco, menos de lo que da su maguey y enseguida prueba con su raspador, aflojando su dedo que tapa el orificio de la punta del acocote y si el aguamiel está desabrida, despunta su acocote, operación que tiene que repetir maguey por maguey.

Con la bomba Tapa también se puede escoger el aguamiel, introduciéndola despacio hasta el fondo y jalando una o más veces el émbolo para absorber lo que da el maguey y después se prueba empujando un poco la válvula inferior con el gavilán del raspador, de manera que sin abollarlo, recoja un poco de aguamiel para probarla.

Una vez que el acocote o la bomba se hayan llenado, se vacía en las castañas de madera para conducirla al tinacal.

Estas castañas, de 50 litros de capacidad, deben estar parafinadas, para que no se ensarren y estar provistas de tapón amplio para facilitar su aseo.

Las aguamieles manoseadas por los animales salvajes o domésticos, se tiran; en tiempo de lluvias se vacían todos los magueyes llenos de agua, escogiéndose únicamente las mejores.

Para subsanar todas estas pérdidas y molestias se idearon las tapas de barro comprimido, llamadas “Tapa Tepa”, que son las que se usan en magueyes recortados mecánicamente (Macedo, 1950)

Para obtener una materia libre de impurezas, teniendo en cuenta la forma en que actualmente se obtiene el aguamiel, el primer problema que se presenta es el de mantener cerrada la boca de la cavidad practicada en el tallo del maguey. El procedimiento usual para lograr este propósito es el de acomodar en la boca del “cajete” una piedra de dimensiones adecuadas, si bien se utilizan a veces las mismas hojas de la planta. De esta manera se logra que el aguamiel quede protegido contra el contacto de perros, coyotes y otros animales, pero no se logra evitar el acceso del agua de las lluvias, el polvo, los insectos, algunos roedores, etc. También existe posibilidad de contaminación del aguamiel por el contacto humano en el curso de las tareas de recolección, en el acarreo del aguamiel y en la elaboración de la bebida.

El procedimiento para efectuar la recolección es rudimentario en cuestiones de higiene. Como pipeta de succión se usa el acocote, que es una especie de calabaza alargada, perforada en sus dos extremos, a la que se adapta frecuentemente una boquilla de cuerno en la perforación más estrecha. La extremidad más angosta se introduce en el líquido acumulado en la “taza” y, por la otra, el tlachiquero, succiona con la boca para hacer el vacío y provocar la ascensión del líquido. El trabajador ejecuta repetidas veces esta operación de absorción, hasta llenar el acocote a la mayor altura o recoger la mayor cantidad del aguamiel acumulada. Esta es una tarea dura para el trabajador, pues requiere un fuerte ejercicio pulmonar. Se dice que el consumo de aguamiel y de pulque

protege a los tlachiqueros contra la tuberculosis, enfermedad que contraerían de no ser por las propiedades terapéuticas de aquellos. Para evitar que el aguamiel se derrame al levantar el acocote, el tlachiquero tapa con un dedo el orificio interior del utensilio y así lo lleva a las castañas o cueros en que lo deposita para transportarlo al tinacal. En tales operaciones es fácil advertir las diversas formas en que el tlachiquero establece contacto directo con el aguamiel y que pueden provocar la contaminación (Loyola, 1956).

Causas de la Disminución de las Reservas de Maguey

La disminución en las cifras relativas a la superficie cultivada con maguey resulta de varios hechos:

- 1) De que algunas tierras que en 1930 fueron censadas como magueyeras, al disminuir el número de plantas, han sido clasificadas últimamente como dedicadas a otros cultivos. Esta es la razón principal de la disminución observada y, desde luego, no indica la desaparición absoluta del maguey en las tierras que están en este caso, sino solamente una disminución en el índice de aprovechamiento de tales tierras a través de este cultivo. Tampoco indica esto, de modo absoluto, que las tierras que se encuentran en estas condiciones estén siendo aprovechadas más intensivamente en otros cultivos, aunque es probable que esto ocurra en algunos casos.
- 2) De que algunas tierras, al agotarse las magueyeras, han permanecido prácticamente ociosas, ofreciendo pocas ventajas para otros cultivos, pero conservando condiciones apropiadas para la replantación de maguey.

- 3) Las tierras han sido habilitadas para otros cultivos mediante perforaciones de pozos, aplicación de fertilizantes, mejor laboreo de las mismas.
- 4) Las tierras han dejado de ser aprovechables agrícolamente debido a los considerables estragos causados en ellas por la erosión.

La principal causa de la disminución de magueyeras es la explotación más intensa a que se les ha sometido sin que se repusieran las plantas explotadas (Loyola, 1956).

Contribución al Estudio Bacteriológico del Aguamiel y del Pulque

El germen de *Streptococcus corrosus* ha sido el foco principal al cual se han dirigido los estudios sobre el pulque. La importancia que presenta se debe a que influye probablemente en la producción de la goma y que aumenta la viscosidad del aguamiel, siendo esta viscosidad un factor que determina la “calidad superior” de esta bebida.

Aislamiento.

El aguamiel recientemente secretado es ligeramente alcalino, pH 7.45, cosa extraordinaria tratándose de un jugo vegetal. Una hora después se nota que hay pocas bacterias y algunas cadenas de *Leuconostoc*. A medida que transcurren las horas el pH va bajando gradualmente y el número de *Leuconostoc* aumenta considerablemente así como también las otras bacterias, llegando las cadenas a encontrarse más abundantemente en un pH de cinco a seis. Cuando más tarde el aguamiel se hace muy ácido el *Leuconostoc* desaparece por completo.

Morfología.

En aguamiel, en infusión de zanahoria y en infusión de levadura es un estreptococo que forma largos filamentos sinuosos que se entrelazan. Estos filamentos a veces forman ángulos agudos, otras veces son simples ondulados. Están constituidos por diplococos algo alargados. Están provistos de una vaina de aspecto corroído, que no es continúa sino que envuelve únicamente a un diplococo.

En infusión de jitomate y mosto forma cadenas largas, sin vaina, constituidas por diplococos poco alargados casi esféricos.

En caldo glucosa, levulosa y sacarosa las cadenas no son tan largas y están rodeadas de vaina. En caldo simple no hay formación de vaina. Los elementos son ligeramente ovalados.

En los medios sólidos los caracteres microscópicos son los mismos que en el medio líquido correspondiente, únicamente se nota que las cadenas no son tan largas (Nieto y Maecke, 1901).

Tabla 2. Composición Química del Aguamiel.

Características y componentes	a	b	c	d
Densidad	1.049	1.0435	1.049	1.049
Acidez %	0.068	0.069	0.069	0.068
Glucosa %	0.012	0.605	0.012	0.012
Sacarosa %	9.450	9.180	11.150	9.450
Gomas %	0.600	1.430	0.580	1.450
Albuminoides %	0.806	0.456	0.810	0.456
Extracto %	18.990	12.180	18.950	18.990
Cenizas %	0.430	0.250	0.450	0.450

a) Secretaría de Industria y Fomento

b) Morton Gómez, María

c) Fernández Tagle, Guadalupe

d) Rodríguez R, Luisa (Loyola, 1956)

El aguamiel constituye un medio favorable para la proliferación de numerosas especies de microorganismos que aparecen en las mismas paredes de la “taza” o que recibe del polvo y los insectos, así como de los útiles con que se maneja. Estos microorganismos le comunican sus características de líquido fácilmente alterable, que entra en fermentación espontánea en muy poco tiempo. La fermentación del aguamiel no comienza en el tinacal, sino desde que se va acumulando en la cavidad abierta en el tallo del maguey, aunque este proceso se activa fuertemente al mezclarse con la “semilla” en las tinas de fermentación.

El aguamiel contiene pocas levaduras y muchas bacterias. Las bacterias existen en número de 800 mil a 1500000 por mm^3 y las levaduras en proporción de tres mil a seis mil por mm^3 (Loyola, 1956).

Como es bien sabido, el aguamiel es el líquido que producen los magueyes después de castrados y preparados para tal objeto. Se utiliza principalmente en la elaboración del pulque por medio de la fermentación.

El aguamiel del maguey manso es un líquido incoloro, transparente y límpido y de sabor dulce, ligeramente ácido y característico. En cambio, el de los otros magueyes es generalmente opalino o amarillento, habiendo algunos de color blanquecino y de consistencia mucilaginosa, y con sabor a hierba bastante notable. Con el primer aguamiel se produce el llamado pulque fino y con el segundo, otros tipos de pulque de menor calidad, comprendiendo entre éstos el conocido tlachique.

El aguamiel no tiene una composición constante en todos los magueyes, varía con la clase de la planta, con el tiempo que tenga ésta en explotación, con la clase de tierra, con la región en que estén plantados los magueyes y aún con la época del año, ya que en primavera e invierno es de mejor calidad que en verano y otoño (Macedo, 1950).

Análisis Hechos en Diversas Épocas por Diferentes Químicos.

Tabla 3. Análisis hecho por el Dr. L. Río de la Loza en el año de 1858:

Azúcar.....	9.553
Goma y albúmina soluble.....	0.540
Seis minerales.....	0.726
Agua libre y combinada, materia resinosa y albuminoide, gases y pérdida....	<u>89.181</u>
	100.000

(Macedo, 1950).

Tabla 4. El señor Boussingault analizó una muestra de aguamiel concentrada por evaporación. La densidad del aguamiel analizado era de 1046 a la temperatura de 15.2° C.

	En un litro
Glucosa.....	27.68
Azúcar.....	64.55
Ácido málico.....	3.70
Goma mucílago.....	5.70
Amoníaco formado.....	0.06
Sustancias minerales, potasa, cal, ácido Fosfórico, magnesia, sílice.....	<u>6.50</u>
Materia seca.....	118.79
Agua (por diferencia).....	<u>927.21</u>
	1046.00

(Macedo, 1950).

Tabla 5. El señor doctor Lobato en 1884 hizo numerosos análisis de aguamiel de diversas haciendas pulqueras, de entre los que sacaron dos de ellos:

	Ometusco	Tepa
Agua destilada con aceite esencial y Ácido agávico computado directamente.....	81.00	87.00
Azúcar con ácido agávico y aceite esencial.....	10.00	8.90
Goma, almidón y albuminoides.....	1.50	1.55
Materia resinoides.....	0.45	0.75
Sales.....	0.25	0.52
Agua no computada y pérdida.....	<u>6.80</u>	<u>1.28</u>
	100.00	100.00

(Macedo, 1950).

Tabla 6. El señor F. Fernández Tagle, obtuvo del análisis del aguamiel el siguiente resultado como promedio:

Densidad (%).....	1.049
Acidez fija.....	0.069
Glucosa.....	0.012
Sacarosa.....	11.150
Gomas.....	0.580
Albuminoides.....	0.810
Extracto.....	18.590
Cenizas.....	0.450

Además, encontró vitaminas B₁ y C, manifestando que en el pulque se encontró las vitaminas D o antirraquítica y la E (Macedo, 1950).

Otros Usos del Aguamiel

Hasta ahora, este líquido solamente se ha empleado en forma industrial, para la elaboración del pulque, aún cuando podría utilizarse para la preparación de otros productos como azúcar, que ya fue elaborado en el país por una compañía que

existió hace algunos años y que demostró que el aguamiel podía emplearse para muchos usos industriales.

Un producto fácil de elaborar es la llamada “miel del maguey”, que no es más que aguamiel concentrada y que puede tener una gran demanda en el extranjero. La concentración puede hacerse a fuego directo o al vacío. Por este método la miel queda de un color más claro y de mejor calidad, aún cuando resulta más cara la instalación de la planta (Loyola, 1956).

Pulque

Se entiende por pulque, al menos desde el siglo XVI, a la bebida alcohólica (de cuatro a siete grados de G.L.) que se obtiene de la fermentación del aguamiel, sustrato extraído del maguey.

La importancia económica y social del pulque en nuestra historia es fundamental, siendo lamentable que haya sido relativamente poco estudiado, en comparación con otras bebidas alcohólicas, lo que en parte es causa de la drástica caída de la producción y del consumo a favor principalmente de la cerveza.

Materia Prima.

El maguey es una planta oriunda de México que pertenece al orden de las Amarilidáceas y al género de los Agaves. Existen varias clases de magueyes productores de pulque: *Agave salmiana* Otto ex Salm, *A. mapisaga* Trel, *A. atrovirens* Karw Ex Salm, *A. feroz* Koch, *A. hookeri* Jacobi, *A. americana* L. El maguey manso (*A. atrovirens*) es la más importante de las especies pulqueras. En

las zonas áridas del estado de Hidalgo, se conocen alrededor de 30 variedades (Llaguno, 1995).

Tabla 7. Comparación entre Aguamiel y Pulque.

	Aguamiel	Pulque
Proteína (%)	0.3	0.44
Ceniza (%)	0.4	0.2
Calcio (mg%)	20	10
Fósforo (mg%)	9	10
Fierro (mg%)	-	0.7
Tiamina (mg%)	0.02	0.02
Piridoxina (mg%)	-	-
Riboflavina	0.04	0.03
Niacina (mg%)	0.4	0.3
Vitamina C (mg%)	6.7	6.2

(Llaguno, 1995)

Cómo se Elabora el Pulque

El pulque se elabora en los locales conocidos como tinacales. Estos tinacales, generalmente son piezas grandes en donde se colocan las tinas para la fermentación del aguamiel (Macedo, 1950).

La Pasteurización

Pasteur demostró en 1860 que una gran parte de los microbios, que descomponen la materia orgánica, es destruída ya a temperaturas inferiores a la ebullición del

agua, de 65° para arriba, mientras se haga actuar esta temperatura el tiempo suficiente. Cuando más se aumenta la temperatura por encima de 65°C, tanto más breve será el tiempo necesario para alcanzar este efecto. Sobre este descubrimiento se funda el procedimiento llamado “pasteurización” para aumentar la estabilidad de líquidos sensibles, como el vino o la cerveza, sin hervirlos y desde 1882 se hace de ella un uso cada vez mayor (Hodgson, 1976).

La pasteurización a 70 o 75°C durante 20 o 30 minutos, destruirá todos los organismos patógenos (Reaves, 1977).

Pausterización por Altas Presiones

Es una nueva técnica de pausterización mediante presiones de 1000 a 10000 bares. Después de que el producto se coloca en contenedores flexibles en una cámara a presión, ésta se llena con líquido, lo que permite alcanzar altas presiones sin aplastar el producto o el recipiente. La alta presión provoca gelificación e inactivación de muchos microorganismos por rotura o alteración de las membranas celulares y se mantienen generalmente 30 minutos a 25.5°C, según el producto y los microorganismos a eliminar.

La inactivación en particular de enzimas, levaduras y mohos es muy importante para elaborar mermeladas y concentraciones de zumo.

Se conservan las vitaminas, los colores y sabores naturales. Puesto que no se inactivan del todo las enzimas ni las esporas bacterianas, el producto final ha de conservarse en frío. Esta técnica de altas presiones es muy adecuada para

productos muy ácidos, pero los costos de elaboración son todavía muy altos y por otra parte, de escaso interés en zumos “listos para beber” (Reaves, 1977).

Generalidades de la Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial es la ciencia que se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo, las cuales son percibidas por los sentidos humanos.

La industria alimenticia necesita medir el sabor, olor, textura, apariencia, etc. Un instrumento versátil es el sistema humano sensorial el cual utiliza los sentidos del olfato, vista, gusto, tacto y oído.

Las múltiples aplicaciones del análisis sensorial son:

Determinación de normas. Establece criterios de calidad y referencia a través de los cuales la materia prima, los ingredientes y el producto terminado puede ser clasificado y evaluado.

Control de calidad. Determina pautas sensoriales de los productos, las cuales deben ser consideradas desde la manufactura y almacenamiento de los mismos, con el fin de mantener las normas comerciales, así como la aceptación por parte del consumidor.

Correlación de los atributos sensoriales y propiedades fisicoquímicas. Permite desarrollar cálculos de propiedades sensoriales de manera inmediata y reproducible.

Desarrollo de nuevos productos. Consiste en la introducción de nuevos productos o modificación de los ya existentes.

Mercadotecnia. Esta información es necesaria para la optimización de productos, aceptación del consumidor y preferencia del producto.

La evaluación sensorial no se usa exclusivamente en alimentos, ésta se aplica también en cosméticos, perfumes, tabaco, alimentos para animales, etc.

El uso de humanos como instrumentos para medir el sabor y olor ayuda a conocer cómo trabaja el sistema sensorial, cómo procesa la información el cerebro y cómo los humanos lo registran en su memoria.

Las características consideradas en la aceptación de los alimentos pueden ser divididas en tres categorías:

Apariencia. Está basada en las propiedades ópticas y es una manifestación visual de tamaño, forma y color.

Sabor y olor. Es la respuesta de los receptores, situados en la cavidad bucal, al estímulo químico.

Textura. Es la respuesta de los sentidos táctiles a estímulos físicos que resultan del contacto entre una parte del cuerpo y un alimento (Reyes, 2004).

Metodología de Detección de Señales

Esta metodología fue desarrollada para el área de ingeniería de comunicaciones. En el análisis sensorial se puede aplicar para determinar diferencias entre muestras cuya diferencia no se aprecia fácilmente. Si se considera el modelo thurstoniano, el cual dice que cada vez que se prueba un alimento el sabor varía

en intensidad, se podría decir que se trata de muestras cuyas respuestas a la percepción del estímulo dado proporcionan curvas normales que traslapan considerablemente.

Los estímulos pueden ser detectados por diferentes sentidos: vista, gusto, olfato, tacto o audición (Reyes, 2004).

Los sentidos

La vista. Es la facultad que se tiene para distinguir el color, la forma y la posición relativa de los cuerpos siendo el color el atributo o propiedad sensorial más importante en los alimentos.

El olfato. Mediante el sentido del olfato, se puede percibir las propiedades de olor y aroma de las sustancias.

El tacto. Se perciben las sensaciones de contacto, presión calor y frío, así como las cinestésicas, musculares y articulares que se encuentran asociadas a la sensibilidad cutánea. Distinguimos la aspereza y la lisura de una superficie, así como las vibraciones que recibimos al pasar la mano por ella.

El gusto. Se pueden percibir las propiedades del sabor básico y sabores especiales de los alimentos, siendo la lengua el órgano principal del gusto. Los receptores se conocen como papilas gustativas. Se han considerado como propiedades básicas del sabor: dulce, salado, ácido y amargo; sin embargo, actualmente se considera que existen más de cuatro sensaciones básicas.

La audición. Se pueden percibir los sonidos, mediante el oído (Reyes, 2004).

Propiedades sensoriales

1. Color. Es la impresión que producen en la vista los rayos de luz reflejada por un cuerpo convirtiéndolo así en un atributo del mismo. Dependiendo del brillo observado, se pueden dividir el color en opaco, translúcido o transparente.

El color es la única propiedad sensorial que puede ser medida en forma instrumental más efectiva que en forma visual. El aparato más comúnmente utilizado es el colorímetro Hunter, el cual cuenta con un sistema para medir los parámetros de color L, a, b.

Existen tres clase de colores: Los simples básicos o primarios, los colores dobles y los transitivos.

2. Olor. Es la percepción por medio de la nariz de las sustancias volátiles liberadas por ciertos estímulos, presión natural o por objetos.

El olor es generalmente evaluado mediante la técnica de "Sniffing" que resulta de la combinación del análisis sensorial olfativo instrumental realizado con un cromatógrafo de gases.

3. Gusto. El gusto es la sensación quimiorreceptora de sustancias capaces de ser perceptibles por receptores especializados en el dorso de la lengua así como en el istmo de las fauces, velo, paladar y epiglotis, llamados botones o corpúsculos gustativos.

4. Aroma. Es la percepción del olor de los compuestos volátiles de un alimento cuando el mismo se encuentra en la cavidad bucal. Esta percepción se recibe en el epitelio olfatorio por vía retronasal.

5. Apariencia. Es el aspecto exterior que presentan los alimentos, resultante de apreciar con la vista su color , forma, tamaño y características de superficie.

6. Sabor. Es la interpretación psicológica de la respuesta fisiológica a estímulos fisicoquímicos. Existen cinco sabores básicos agrio, dulce, salado, ácido y umami (Reyes, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Post-Cosecha del Departamento de Horticultura localizado en el área del bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con latitud norte de 25° 22' y longitud oeste de 101° 00', a una altura sobre el nivel del mar de 1730 metros (Hernández, 1999).

Características del Sitio Experimental

El clima que predomina en el lugar es seco, con verano cálido y lluvias en verano, con temperaturas extremas. La temperatura media es de 17.8 grados centígrados y precipitación de 490 mm anuales (Hernández, 1999).

Procedencia de las Muestras del Aguamiel

Las muestras de aguamiel utilizadas en esta investigación fueron adquiridas en el Ejido Puebla, municipio de Saltillo, Coahuila, ubicado a 33 km al poniente de esta ciudad por la carretera número 40 tramo Saltillo-Torreón.

Procedimientos

Las muestras de aguamiel esterilizadas fueron seis sin conservador y seis con conservador; se colocaron en la olla a las 10:20 hr a una temperatura de 70°C. Al momento de la ebullición 92° C (10:37 a.m.) se dejaron por un lapso de 30 minutos, posteriormente se dejaron enfriar a temperatura ambiente hasta que estaban frías (una hora después).

El termómetro del baño debe de estar a 70° C y el control de temperatura en el seis y el limite de temperatura en el 5.5.

El día 13 de junio de 2003 a las 10:35 se metieron al baño de agua estando el baño a una temperatura de 70°C y a las 11:00 alcanzó la temperatura de 92°C.

El mismo día se dejo una muestra de cada tratamiento sin refrigerar y el día 16 de junio de 2003 se observaron y el T (testigo) presentó una nata en la parte superior (hongos) y el P 15 minutos (pausterizado a 15 min) tenía burbujas en la parte superior, el color se conservó igual al análisis anterior pero el olor no, era un olor desagradable.

Tratamientos

T: Testigo

TC: Testigo con conservador

P 15 minutos: Pausterizado 15 minutos

PC 15 minutos: Pausterizado 15 minutos con conservador

P 20 minutos: Pausterizado 20 minutos

PC 20 minutos: Pausterizado 20 minutos. con conservador

P 25 minutos: Pausterizado 25 minutos

PC 25 minutos: Pausterizado 25 minutos con conservador

P 30 minutos: Pausterizado 30 minutos

PC 30 minutos: Pausterizado 30 minutos con conservador

E: Esterilizado

EC: Esterilizado con conservador

Análisis Químico

Determinación de pH y Acidez Titulable

1. Material.

- a) Balanza
- b) Bureta de 50 ml
- c) Cuchillo
- d) Embudo de filtración
- e) Extracto de jugos
- f) Gasa
- g) Matraz Erlenmeyer de 125 ml
- h) Muestra a evaluar
- i) Pipeta graduada de 10 ml
- j) Pizeta

- k) Potenciómetro manual
- l) Probeta graduada de 100 ml
- m) Vaso de precipitado de 250 ml

2. Reactivos.

- a) Agua destilada
- b) Fenolftaleína al uno por ciento
- c) Hidróxido de sodio 0.1N

3. Procedimiento.

a) pH

- Obtener el jugo de la muestra de aguamiel
- Filtrar a través de gasa
- Leer directamente con un potenciómetro previamente calibrado

b) Acidez titulable

- Tomar 10 ml del jugo filtrado y colocarlos en un matraz Erlenmeyer de 125 ml
- Añadir cuatro gotas de fenolftaleína al uno por ciento
- Colocar en una bureta un volumen conocido de NaOH 0.1N y titular la muestra hasta el cambio de color
- Calcular el porcentaje de ácido presente en la muestra, mediante la siguiente fórmula:

Por Ciento de Ácido = $\frac{\text{ml de NaOH gastados} * \text{N del NaOH} * \text{meq. del ácido} * 100}{\text{Alícuota Valorada}}$

Alícuota Valorada

Donde:

meq. = miliequivalente del ácido que se encuentra en mayor proporción en la muestra: 0.064 para el ácido cítrico, 0.067 para el ácido málico y 0.075 para el ácido tartárico

Determinación de Vitamina C

1. Material.

- a) Balanza
- b) Bureta
- c) Cuchillo
- d) Embudo de filtración
- e) Gasa
- f) Matraz Erlenmeyer
- g) Mortero con mano
- h) Muestra a evaluar
- i) Pipeta de 10 ml
- j) Pizeta
- k) Probeta graduada de 100 ml
- l) Probeta graduada de 50 ml
- m) Vaso de precipitado de 50 ml

2. Reactivos.

- a) Ácido clorhídrico al dos por ciento
- b) Agua destilada
- c) Reactivo de Thielmann

3. Procedimiento.

- a) Pesar 20g de muestra y colocarlos en el mortero

- b) Triturar cuidadosamente con 10 ml de HCL al dos por ciento
- c) Agregar 100 ml de agua destilada y homogenizar
- d) Filtrar el contenido del mortero a través de gasa, recibir el filtrado en un matraz Erlenmeyer y medir el volumen exacto
- e) Tomar 10 ml del filtrado y colocarlos en otro matraz Erlenmeyer
- f) En la bureta colocar un volumen conocido de reactivo de Thielmann
- g) Titular la alícuota hasta la aparición de una coloración rosa que no desaparece durante medio minuto
- h) Calcular el porcentaje de vitamina C presente en la muestra, mediante la fórmula siguiente:
- i) Por Ciento de vitamina C =

$$\frac{\text{ml gastados de R. de Thielmann} * 0.088 * VT * 100}{VA * P}$$

Donde:

VT = Volumen total en ml del filtrado de vitamina C en HCl

VA = Volumen en ml de la alícuota valorada

P = Peso de la muestra (g)

Determinación de Sólidos Solubles Totales

1. Material.

- a) Muestra a evaluar
- b) Navaja de un solo filo
- c) Pañuelos desechables
- d) Pizeta

e) Refractómetro manual

2. Reactivos.

a) Agua destilada

3. Procedimiento.

a) Colocar una gota de jugo de la muestra en el refractómetro manual, debidamente calibrado

b) Cerrar la tapa suavemente, de manera que la muestra cubra completamente la superficie del prisma

c) Observar a través de la mirilla

d) Tomar la lectura directamente en la intercepción de los campos y reportar como °Brix

e) Limpiar el prisma, utilizando un pañuelo suave húmedo

Análisis Bacteriológico (23 de junio de 2003)

Aislamiento y Cultivo de Microorganismos Anaerobios

1. Material.

a) 24 tubos de ensaye de 16 * 150 mm con tapón de rosca

b) Caldo tioglicolato

c) 12 pipetas de un mm

d) Muestra

2. Procedimiento (Cultivo de Microorganismos Anaerobios en Medios Líquidos).

a) Inocular con ayuda de una pipeta Pasteur estéril cada una de las cepas proporcionadas en el fondo del siguiente medio de cultivo: caldo tioglicolato

b) Incubar a 37°C durante 24-48 hr

c) Observar el crecimiento de cada cepa sembrada en el medio de cultivo

Caldo fluido de Tioglicolato.

Fórmula (gramos / litro):

- Extracto de levadura 5.0
- Casitona 15.0
- Dextrosa 5.0
- Cloruro de sodio 2.5
- L-Cistina 0.75
- Ácido tioglicólico .3 ml
- Agar 0.75
- Resazurina 0.001

Análisis Bromatológico

Materia Orgánica

1. Objetivo.

Obtener el porcentaje de materia orgánica de una muestra y así, por diferencia, conocer la cantidad de minerales.

2. Principio Analítico.

Destrucción de la materia orgánica en la mufla y determinación por pesada de las pérdidas consideradas como materia orgánica

3. Equipo.

- Balanza analítica (1/10 de mg)
- Mufla (500°C)
- Desecador

- Crisoles de porcelana de aproximadamente 30 ml de contenido
- Pinzas para mufla

4. Procedimiento.

- Pesar en forma muy precisa 0.5 g de muestra perfectamente seca en una balanza analítica, dentro de un crisol de porcelana limpio, seco y tarado. Es preferible pesar exactamente 0.5 g a fin de evitar después complicación en los cálculos. Poner el número de la muestra sobre el crisol con un lápiz de grafito a fin de evitar que se borre la marca cuando pasa a la mufla.
- Introducir dentro de la mufla fría, subir gradualmente la temperatura hasta 470° ó 480°C dejando la puerta entreabierta: cerrar después la puerta y dejar así por una hora (no dejar que pase de 480°C a fin de evitar la pérdida de fósforo y de potasio por volatilización). Se puede evitar estas pérdidas agregando, antes de la acenización, una cierta cantidad de nitrato de magnesio ($Mg(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$) como en la determinación del fósforo total en suelos. Pero en este caso no se podrá dosificar el magnesio.
- Apagar la mufla y dejar enfriar hasta una temperatura de aproximadamente 120°C.
- Pasar con mucho cuidado los crisoles que contienen las cenizas dentro de un desecador (evitar las corrientes de aire), dejar enfriar y pesar muy precisamente. Conservar las cenizas cuidadosamente para la determinación de los diferentes elementos minerales.

4.1 Controles.

Para cada serie:

Un testigo constituido por una muestra de valor conocido.

4.2 Cálculos.

Así:

- A, peso del crisol en gramos
- B, peso del crisol más las cenizas obtenidas en gramos
- P, peso de la muestra en gramos

Entonces:

Por ciento de materia orgánica = $\frac{100 - (B-A)}{P} * 100$

P

- Cisoles
- 10 ml de muestra
- Temperatura 470°C
- Pesar después de una hr
- Parrilla

Cenizas

1. Principio.

La muestra seca se incinera a 600°C para quemar el material orgánico. El material inorgánico que no se destruye a esta temperatura se le llama ceniza.

2. Procedimiento.

Colocar los crisoles limpios e identificarlos en una mufla a 500°C durante una hora. Luego pasar los crisoles de la mufla al desecador y dejar enfriar por una hora. Pesar los crisoles y volver a ponerlos en la mufla para revisar el peso.

Pesar dos gramos de muestra seca y pasarla al crisol, quemar la muestra en un mechero y luego pasarla a la mufla a temperatura de 500°C durante la noche o el tiempo necesario.

A la mañana siguiente pasar el crisol a un desecador y dejar enfriar por una hora, pesar el crisol y volver a llevarlo a la mufla para revisar el peso (peso constante).

3. Cálculos.

$$\text{Por Ciento de Cenizas} = \frac{\text{Peso del crisol} + \text{Ceniza} - \text{Peso del crisol solo}}{\text{gramos de muestra}} * 100$$

Nota: la determinación de ceniza se lleva desde una hasta 24 hr y depende de su constitución.

No todas las cenizas son blancas, algunas son grises, verdes o cremas.

Para saber que ya está la ceniza, se observa el crisol periódicamente hasta que no presente ningún residuo negro.

- Crisoles 10 ml de muestra
- Temperatura 550°C
- Pesar después de una hr

Peso del crisol + cenizas – peso del crisol solo * 100

Gramos de muestra

Almidón

1. Método Indirecto.

Mezclar un g de muestra (molida y seca) con 40 ml de HCL al 50 por ciento en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, calentar por 60 minutos a ebullición y filtrar recibiendo en matraz volumétrico de 100 ml, lavar para remover todo el almidón hasta completar un volumen de 100 ml determinar glucosa en el filtrado.

Tomar una alícuota de 20 ml de solución (filtrado) y colocarla en un matraz de 250 ml Erlenmeyer, añadir 27 ml de CuSO_4 y 25 de Tartrato de Sodio y Potasio (Sal Rochelle), tapar con un vidrio de reloj y calentar el matraz en mechero Bunsen a ebullición (aparece un precipitado rojo) y enseguida dejar dos minutos más a ebullición.

Filtrar la solución poco a poco a través de un crisol de vidrio, de capa porosa con papel filtro (previamente puesto a peso constante). Lavar el precipitado de Cu_2O con agua destilada.

Colocar el crisol en una estufa a 100°C hasta obtener el peso constante y pesar.

Por diferencia de peso obtener el Cu_2O y convertirlo a glucosa.

2. Reactivos.

HCL al 50 por ciento: Solución de CuSO_4 , disolver 34.639 g de CuSO_4 en agua destilada, diluir a volumen de 500 ml

Solución de Tartrato de Sodio y Potasio (sal de Rochelle). Disolver 173 g de tartrato de sodio y potasio $4\text{H}_2\text{O}$ y 50 g de NaOH en agua, diluir a 500 ml y dejar en reposo por dos días. Guardar en frasco de plástico.

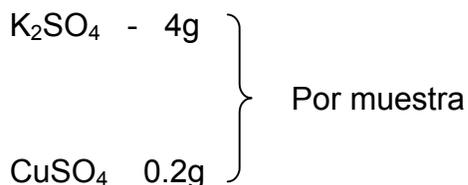
Determinación de Proteína

1. Principio.

El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman a sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio. El amonio presente se descompone y a la vez se dilata y se recibe en una solución de ácido bórico que luego es titulada con ácido sulfúrico estandarizado.

2. Equipo.

1. Solución indicadora (0.05% rojo de metilo y 0.1% de verde de bromocresol), disolver en 100 ml de alcohol al 95 por ciento.
2. Solución estandarizada con Na_2CO_3 usando rojo de metilo como indicador.
3. Ácido Sulfúrico concentrado de 93 a 98 por ciento (grado reactivo).
4. Mezcla catalizadora (proporción 20:1)



5. Zinc granular (lentejas)
6. Solución de hidróxido de sodio libre de nitrógeno al 45 por ciento (450g de NaOH/l de agua destilada).
7. Solución de Ácido Bórico al cuatro por ciento, 40g de H_3BO_3 /l de agua destilada.

3. Procedimiento.

3.1 Digestión:

1. Pesar una muestra de alimento seca (estufa) de 1.5 g, si son heces frescas cuatro a seis gramos y si se trata de orina cinco ml

Nota: Dependiendo del material se incluye o no el papel donde se pesó, el papel no debe presentar nitrógeno, es conveniente hacer un blanco con cada serie de determinaciones.

2. Pesada la muestra colóquela en un matraz Kjeldahl y añadir una cucharada de mezcla catalítica (sulfato de potasio + sulfato de cobre)
3. Añadir 25 ml de H_2SO_4 concentrado (98%) por paredes del matraz. Para muestras con bajo contenido de nitrógeno o gran cantidad de materia orgánica, añadir 10 ml por cada gramo adicional de muestra.
4. Introducir unas perlas de vidrio al matraz Kjeldahl y colocar éste en el aparato digestor Kjeldahl para que ebulle, la temperatura no debe ser mayor de $300^{\circ}C$ porque se perdería nitrógeno.
5. La digestión se terminó el líquido está claro, apagar las parrillas, dejar enfriar y antes de la solidificación de la sal, agregar 250 ml de agua destilada. Si se solidificó el material disolver la sal totalmente.

3.2 Destilación.

1. Preparar matraces Erlenmeyer de 500 ml y añadir 50 ml de H_3BO_3 al cuatro por ciento, añadir colorante mixto (tres-cinco gotas).

2. Colocar los matraces bajo los condensadores, introduciendo los tubos dentro de los mismos para recibir el destilado y coleccionar 250 ó 300 ml de volumen.
3. A los matraces de Kjendhal digeridos y con agua añadir, 110 ml de NaOH al 45 por ciento y unos gránulos de zinc (catalizador), conectar el destilador rápidamente. Una vez ajustado el tapón del condensador, mezcle el contenido del balón rotándolo suavemente, prenda las parrillas y destile el volumen suficiente.
4. Titule el amonio recogido con H₂SO₄ estandarizado (0.1N) o HCL (0.1N), hasta que desaparezca el color verde.

Tener cuidado en el punto de equivalencia que consiste en un equilibrio entre la parte ácida y la parte básica, por ello en la titulación se debe tomar en cuenta el primer cambio de color.

3.3 Cálculos.

$$\text{Por Ciento de Nitrógeno} = \frac{[(V \text{ de ácido})(NaCl) - (V \text{ Bco.})(N \text{ Bco.})] \times 0.014 \times 100}{\text{g de muestra}}$$

$$\text{Proteína} = N \times 6.25^*$$

* Factores que cambian con el tipo de materia que se analiza.

Nota: 0.014 son los meq/g de nitrógeno.

Se puede utilizar menor cantidad de muestra en la determinación siempre y cuando se tenga el aparato microkjendahl que es más preciso y se ahorran reactivos.

Comentarios de Agricultores

- El período de vida del maguey es de ocho años desde la siembra a la muerte.
- El aguamiel de la mañana no lo utilizan para consumo humano (debido a que esta muy ácido), lo utilizan como alimento para el ganado porcino.
- Para consumo humano utilizan el aguamiel que extraen a las 12:00 p.m. Lo extraen, lo depositan en recipientes de plástico de 20 litros aproximadamente, después lo ponen inmediatamente en la olla donde lo hierven por 15 a 20 minutos aproximadamente (lo calculan) y posteriormente lo dejan enfriar al natural por nueve hr y luego lo refrigeran; con este procedimiento el aguamiel se puede consumir 15 días.
- En tiempo de calor el maguey produce aguamiel cada 12 hr con la preparación adecuada (la raspa) y en tiempo de invierno se tarda 24 hr.
- El período de vida productiva es de 120 días, produciendo de entre cinco a ocho l dependiendo del vigor de la planta.
- A los dos años después de la siembra empieza a producir forraje para ganado y así hasta los cinco años y después se prepara para la explotación del aguamiel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sólo se presentan los resultados de esta investigación y no se realiza la discusión con otros autores en virtud de que no existen investigaciones realizadas en aguamiel para poder contrastar los resultados.

Análisis Químico

- pH.

En la primer fecha el tratamiento más ácido fue P 30 minutos (pausterizado a 30 min) con un pH de 4.19, el menos ácido fue E (esterilizado) con pH de 4.64, comparado con el T (testigo) de pH 4.31.

El 16 de junio el tratamiento menos ácido fue PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min) con un pH de 4.38 y el más ácido TC (testigo con conservador) con 4.15; esto comparado contra el T (testigo) que tuvo un pH de 4.01.

En el tercer análisis, elaborado el 18 de junio, el tratamiento más ácido fue TC (testigo con conservador) de 4.15 y el menos ácido PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min) de 4.38, contra el T (testigo) que tuvo un pH de 3.91.

El 20 de junio el tratamiento TC (testigo con conservador) con un pH de 4.12 fue el más ácido y el PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min)

con pH de 4.37 fue el tratamiento menos ácido, esto comparado con el T (testigo) que tuvo un pH de 3.93 (Tabla 8.)

Tabla 8. Comparación de pH para todos los tratamientos en todas las fechas.

PH				
Tratamientos	Fechas			
	13 de junio 2003	16 de junio 2003	18 de junio 2003	20 de junio 2003
T	4.31	4.01	3.91	3.93
TC	4.35	4.15	4.12	4.18
P 15 minutos	4.32	4.32	4.31	4.30
PC 15 minutos	4.38	4.38	4.37	4.40
P 20 minutos	4.30	4.29	4.27	4.31
PC 20 minutos	4.35	4.37	4.35	4.35
P 25 minutos	4.26	4.27	4.26	4.28
PC 25 minutos	4.32	4.34	4.32	4.34
P 30 minutos	4.19	4.25	4.24	4.25
PC 30 minutos	4.27	4.30	4.30	4.31
E	4.64	4.27	4.29	4.28
EC	4.38	4.34	4.36	4.31

- ° Brix.

En la primera fecha los tratamientos que presentaron mayor concentración de Sólidos Solubles Totales fueron PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min), PC 20 minutos (pausterizado con conservador a 20 min), PC 25 minutos (pausterizado con conservador a 25 min) y EC (esterilizado con conservador) todos ellos tuvieron 11.4° Brix y el de menor concentración fue E (esterilizado) con 6.6° Brix, esto comparado con el T (testigo) que obtuvo 11.2° Brix.

En la segunda fecha analizada el 16 de junio el de menor concentración fue P 15 minutos (pausterizado a 15 min) con 10.6° Brix y los tratamientos con mayor concentración fueron PC 20 minutos (pausterizado con conservador a 20 minutos), PC 25 minutos (pausterizado con conservador a 25 min), PC 30 minutos (pausterizado con conservador a 30 min) y EC (esterilizado con conservador) todos estos con 11.4° Brix; esto contra el T (testigo) que obtuvo 11.2 al igual que los tratamientos TC (testigo con conservador), P 25 minutos (pausterizado a 25 min), P 30 minutos (pausterizado a 30 min) y E (esterilizado).

El 18 de junio el tratamiento de menor concentración fue PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min) con 9.4° Brix y los de mayor concentración fueron P 25 minutos (pausterizado a 25 min) y PC 30 minutos (pausterizado con conservador a 30 min) con 11.4° Brix, contra el testigo que obtuvo una concentración de 11.0 al igual que P 15 minutos (pausterizado a 15 min), P 30 minutos (pausterizado a 30 min) y EC (esterilizado con conservador).

En la cuarta fecha de evaluación, se observó que el tratamiento de menor concentración de sólidos solubles totales, fue P 20 minutos (pausterizado a 20 min) con 9.6° Brix al igual que en la primer fecha de su evaluación. En este tratamiento se observó que para la segunda fecha subió su concentración a 11.2° Brix, para la tercer fecha bajo a 10.4° Brix y como ya se mencionó, para la cuarta fecha volvió a bajar a 9.6°Brix esto se debió a la actividad microbiana existente en el tratamiento.

En la cuarta fecha los tratamientos de mayor concentración fueron PC 30 minutos (pausterizado con conservador a 30 min) y EC (esterilizado con conservador) con 11.6° Brix, esto comparado con el testigo que obtuvo 11.0° Brix (Tabla 9).

Tabla 9. Comparación de °Brix para todos los tratamientos en todas las fechas.

° Brix				
Tratamientos	Fechas			
	13 de junio 2003	16 de junio 2003	18 de junio 2003	20 de junio 2003
T	11.2	11.2	11.0	11.0
TC	11.0	11.2	11.2	11.4
P 15 minutos	11.0	10.6	11.0	11.2
PC 15 minutos	11.4	10.8	9.4	11.2
P 20 minutos	9.6	11.2	10.4	9.6
PC 20 minutos	11.4	11.4	10.8	11.2
P 25 minutos	11.2	11.2	11.4	11.4
PC 25 minutos	11.4	11.4	11.2	11.2
P 30 minutos	11.0	11.2	11.0	11.2
PC 30 minutos	11.2	11.4	11.4	11.6
E	6.6	11.2	10.8	11.2
EC	11.4	11.4	11.0	11.6

- Ácidos Orgánicos.

En base a los análisis de laboratorio realizados se encontró la presencia de ácidos orgánicos: cítrico, málico y tartárico en el aguamiel.

La concentración más baja encontrada corresponde al ácido cítrico en todos los tratamientos en las cuatro fechas; le sigue la concentración de ácido málico, con la tendencia anteriormente mencionada, mientras que el tartárico es el ácido

orgánico que se encuentra en mayor concentración en todos los tratamientos, en todas las fechas.

- Por Ciento de Ácido Cítrico.

El 13 de junio, que fue la primer fecha evaluada, se encontró que el tratamiento E (esterilizado) obtuvo menor concentración de ácido cítrico con 0.2560 por ciento y el de mayor concentración fue TC (testigo con conservador) con 0.3200 por ciento, contra el T (testigo) que tiene 0.3819 por ciento de ácido cítrico.

En la segunda fecha evaluada se observó que el tratamiento con menor concentración de ácido cítrico fue PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min) con 0.2304 por ciento y el de mayor concentración fue TC (testigo con conservador) con 0.3520 por ciento comparando con el T (testigo) se observa que este tiene mayor concentración que todos los tratamientos ya que tiene 0.4480 por ciento de ácido cítrico.

En la tercer fecha el tratamiento con menor concentración fue PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min) con 0.2176 por ciento de ácido cítrico y el de mayor concentración TC (testigo con conservador) con 0.3840 por ciento, contra el testigo que fue mayor con 0.5248 por ciento de ácido cítrico.

En la cuarta fecha, se observa que el tratamiento con menor concentración fue P 20 minutos (pausterización a 20 min) con 0.2368 por ciento y el de mayor fue TC (testigo con conservador) con 0.4096 por ciento de ácido cítrico, esto comparado con el testigo que tiene 0.5824 por ciento de ácido cítrico (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de por ciento de ácido cítrico para todos los tratamientos en todas las fechas.

Por Ciento de Ácido Cítrico				
Tratamientos	Fechas			
	13 de junio 2003	16 de junio 2003	18 de junio 2003	20 de junio 2003
T	.3819	.4480	.5248	.5824
TC	.3200	.3520	.3840	.4096
P 15 minutos	.3136	.2496	.2880	.2752
PC 15 minutos	.2816	.2304	.2176	.2752
P 20 minutos	.2816	.2560	.2624	.2368
PC 20 minutos	.2880	.2624	.2688	.2560
P 25 minutos	.2944	.2688	.2880	.2816
PC 25 minutos	.2880	.2560	.2752	.2624
P 30 minutos	.3072	.2688	.2944	.3008
PC 30 minutos	.2816	.2624	.2944	.2816
E	.2560	.2432	.2496	.2496
EC	.2624	.2496	.2752	.2496

- Por Ciento de Ácido Málico

El 13 de junio se encontró que el tratamiento E (esterilizado) obtuvo menor concentración de ácido málico con 0.2680 por ciento y el de mayor concentración fue TC (testigo con conservador) con 0.3350 por ciento, contra el T (testigo) que tiene 0.3819 por ciento de ácido málico.

A la segunda fecha evaluada se observó que el tratamiento con menor concentración de ácido málico fue PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min) con 0.2412 por ciento y el de mayor concentración fue TC (testigo con conservador) con 0.3685 por ciento comparando con el T (testigo) se observó que este tiene mayor concentración que todos los tratamientos ya que presentó 0.4690 por ciento de ácido málico.

En la tercer fecha el tratamiento con menor concentración fue PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min) con 0.2278 por ciento de ácido málico y el de mayor concentración TC (testigo con conservador) con 0.4020 por ciento, contra el testigo que fue mayor con 0.5494 por ciento de ácido málico.

En la cuarta fecha, se observa que el tratamiento con menor concentración fue P 20 minutos (pausterizado a 20 min) con 0.2479 por ciento y el de mayor fue TC (testigo con conservador) con 0.4288 por ciento de ácido málico, esto comparado con el testigo que tiene 0.6097 por ciento de ácido málico (Tabla 11).

Tabla 11. Comparación de por ciento de ácido málico para todos los tratamientos en todas las fechas.

Por Ciento de Ácido Málico				
Tratamientos	Fechas			
	13 de junio 2003	16 de junio 2003	18 de junio 2003	20 de junio 2003
T	.3819	.4690	.5494	.6097
TC	.3350	.3685	.4020	.4288
P 15 minutos	.3283	.2613	.3015	.2881
PC 15 minutos	.2948	.2412	.2278	.2881
P 20 minutos	.2948	.2680	.2747	.2479
PC 20 minutos	.3015	.2747	.2814	.2680
P 25 minutos	.3082	.2814	.3015	.2948
PC 25 minutos	.3015	.2680	.2881	.2747
P 30 minutos	.3216	.2814	.3082	.3149
PC 30 minutos	.2948	.2747	.3082	.2948
E	.2680	.2546	.2613	.2613
EC	.2747	.2613	.2881	.2613

- Por Ciento de Ácido Tartárico.

El 13 de junio se encontró que el tratamiento E (esterilizado) obtuvo menor concentración de ácido tartárico con 0.3000 por ciento y el de mayor concentración fue TC (testigo con conservador) con 0.3750 por ciento, contra el T (testigo) que tiene 0.4275 por ciento de ácido tartárico.

En la segunda fecha evaluada se observó que el tratamiento con menor concentración de ácido tartárico fue PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min) con 0.2700 por ciento y el de mayor concentración fue TC (testigo con conservador) con 0.4125 por ciento comparando con el T (testigo) se observa que este tiene mayor concentración que todos los tratamientos ya que presenta 0.5250 por ciento de ácido tartárico.

En la tercer fecha el tratamiento con menor concentración fue PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min) con 0.2176 por ciento de ácido tartárico y el de mayor concentración TC (testigo con conservador) con 0.4500 por ciento, contra el testigo que fue mayor con 0.6150 por ciento de ácido tartárico.

En la cuarta fecha se observa que el tratamiento con menor concentración fue P 20 minutos (pausterización a 20 min) con 0.2775 por ciento y el de mayor fue TC (testigo con conservador) con 0.4800 por ciento de ácido tartárico, esto comparado con el testigo que tiene 0.6825 por ciento de ácido tartárico (Tabla 12).

Tabla 12. Comparación de por ciento de ácido tartárico para todos los tratamientos en todas las fechas.

Por Ciento de Ácido Tartárico				
Tratamientos	Fechas			
	13 de junio 2003	16 de junio 2003	18 de junio 2003	20 de junio 2003
T	.4275	.5250	.6150	.6825
TC	.3750	.4125	.4500	.4800
P 15 minutos	.3675	.2925	.3375	.3225
PC 15 minutos	.3300	.2700	.2550	.3225
P 20 minutos	.3300	.3000	.3075	.2775
PC 20 minutos	.3375	.3075	.3150	.3000
P 25 minutos	.3450	.3150	.3375	.3300
PC 25 minutos	.3375	.3000	.3225	.3075
P 30 minutos	.3600	.3150	.3450	.3525
PC 30 minutos	.3300	.3075	.3450	.3300
E	.3000	.2850	.2925	.2925
EC	.3075	.2925	.3225	.2925

- Vitamina C (mg/100g)

El 13 de junio se encontró que el tratamiento PC 30 minutos (pausterizado con conservador a 30 min) obtuvo menor concentración de Vitamina C con 6.864 mg/100 g y el de mayor concentración fue P 30 minutos (pausterizado a 30 min) con 17.160 mg/100 g, contra el T (testigo) que tiene 14.300 mg/100 g.

En la segunda fecha evaluada se observó que el tratamiento con menor concentración de Vitamina C fue PC 15 minutos, (pausterizado con conservador a

15 min) con 11.440 mg/100 g y los de mayor concentración fueron los tratamientos P 20 minutos (pausterizado a 20 min) y P 30 minutos (pausterizado a 30 min) con 14.300 mg/100 g de vitamina C, comparando con el T (testigo) se observa que éste tiene mayor concentración que unos pero menos que otros tratamientos ya que tiene 12.012 mg/100g de Vitamina C.

En la tercer fecha el tratamiento con menor concentración fue PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min) con .12.012 mg/100 g de vitamina C y el de mayor concentración fue P 25 minutos (pausterizado a 25 min) con 20.020 mg/100 g, contra el testigo que se presenta lo mismo que en la fecha anterior.

En la cuarta fecha, se puede observar que el tratamiento con menor concentración de Vitamina C fue PC 30 minutos (pausterizado con conservador a 30 min) con 12.012 mg/100 g y el de mayor concentración fue E (esterilizado) con 17.732 mg/100 g de Vitamina C, comparado contra el testigo que tiene 16.588 mg/100 g de vitamina C (Tabla 13).

Tabla 13. Comparación de Vitamina C (mg/100 g) para todos los tratamientos en todas las fechas.

Vitamina C (mg/100 g)				
Tratamientos	Fechas			
	13 de junio 2003	16 de junio 2003	18 de junio 2003	20 de junio 2003
T	14.300	12.012	18.304	16.588
TC	13.728	13.156	14.300	14.872
P 15 minutos	12.584	11.440	16.016	14.872
PC 15 minutos	12.584	12.584	12.012	15.444
P 20 minutos	10.868	14.300	13.156	15.444
PC 20 minutos	13.156	12.584	13.728	15.444
P 25 minutos	10.868	12.012	20.020	14.300
PC 25 minutos	14.872	12.012	11.440	13.156
P 30 minutos	17.160	14.300	13.728	13.728
PC 30 minutos	6.864	13.156	13.728	12.012
E	8.008	13.728	14.300	17.732
EC	12.012	12.584	15.444	14.300

Análisis Bacteriológico

Todos los tratamientos presentaron coloración rojiza, esto indica que tenían presencia de bacterias (Tabla 14).

Tabla 14. Análisis Bacteriológico 23 de junio de 2003

Tratamiento	Evaluación
T	El color de la solución se observa rojo, en la parte superior color amarillo y se formó un precipitado color arena.
TC	La solución se observa de color rojo; formación de nata en la parte superior y formación de un precipitado leve de color arena.
P 15 minutos	El color de la solución es rojo, en la parte superior se presentaron burbujas y un precipitado leve.
PC 15 minutos	La solución es de color rojo y se formó un precipitado mínimo.
P 20 minutos	La solución es roja y tiene precipitado muy leve.
PC 20 minutos	La solución es rojiza y tiene un precipitado mínimo.
P 25 minutos	Solución roja, precipitado leve.
PC 25 minutos	Solución roja, precipitado leve color arena.
P 30 minutos	Solución roja, precipitado leve color arena.
PC 30 minutos	Solución color marrón, un poco más de precipitado que la muestra anterior.
E	Solución color marrón, precipitado leve color arenoso
EC	Solución color marrón, precipitado mínimo, menos que el anterior.

Análisis Bromatológico

El tratamiento P 15 minutos (pausterizado a 15 min), comparado con el T (testigo), presentó una variación mínima en los contenidos de materia orgánica, cenizas, azúcares, por ciento de N₂, por ciento de proteína (Tabla 15).

Tabla 15. Análisis Bromatológico.

	Materia Orgánica	Cenizas	Azúcares	% N₂	% Proteína
Testigo	98.344	.417	35.283	.10830	.67685

P15min.	97.245	.371	35.355	.10845	.67781
----------------	--------	------	--------	--------	--------

Materia Orgánica

Testigo: $16.5466 - 16.7122 = \frac{.1656}{10} = .01656 * 100 = 1.656 - 100 = \mathbf{98.344}$

P 15 minutos: $18.8543 - 19.1298 = \frac{.2755}{10} = .02755 * 100 = 2.755 - 100 = \mathbf{97.245}$

Cenizas

Testigo: $\frac{16.5883 - 16.5466}{10} * 100 = \mathbf{.417}$

P 15 minutos: $\frac{18.8914 - 18.8543}{10} * 100 = \mathbf{.371}$

Azúcares

Testigo: 35.1365 g

Testigo rep: 35.4295 g

P 15 minutos: 35.3019 g

P 15 minutos rep: 35.4097 g

Nitrógeno

Datos:

ml gastados

Blanco 0.31

Testigo rep: 6.94

Testigo: 9.00

P 15 minutos: 8.07

P 15 minutos rep: 7.89

NH_2SO_4 : 0.1010

MI usados: 10 ml

Cálculos:

$$\frac{(\text{ml gastados } \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 1\text{N}) (\text{NH}_2 \text{SO}_4) - (\text{Bco. ml}) (\text{NH}_2 \text{SO}_4) * .014 * 100}{\text{ml usados}} = \% \text{N}_2$$

Testigo repetición

$$\frac{(6.94)(.1010) - (0.31)(.1010) * .014 * 100}{10} =$$

$$\text{Por ciento de N}_2 = \frac{0.70094 - .03131}{10} = .66963 * .014 * 100 = \mathbf{.09374}$$

$$\text{Por ciento de Proteína} = .0937482 * 6.25 = \mathbf{.5858}$$

Testigo:

$$\frac{(9.00)(.1010) - (0.31)(.1010) * .014 * 100}{10} =$$

$$\text{Por ciento de N}_2 = \frac{.909 - .03131}{10} = .87769 * .014 * 100 = \mathbf{.12287}$$

$$\text{Por ciento de Proteína} = .1228766 * 6.25 = \mathbf{.7679}$$

P 15 minutos :

$$\frac{(8.07)(.1010) - (0.31)(.1010) * .014 * 100}{10} =$$

$$\text{Por ciento de N}_2 = \frac{.81507 - .03131}{10} = .78376 * .014 * 100 = \mathbf{.10972}$$

$$\text{Por ciento de Proteína} = .10972 * 6.25 = \mathbf{.68575}$$

P 15 minutos rep.:

$$\frac{(7.89)(.1010) - (0.31)(.1010) * .014 * 100}{10} =$$

$$\% \text{N}_2 = \frac{.79689 - .03131}{10} = .76558 * .014 * 100 = \mathbf{.10718}$$

$$\% \text{Proteína} = .10718 * 6.25 = \mathbf{.66987}$$

Análisis Organoléptico

De tres personas evaluadas en la primer fecha, dos coinciden que en la mayoría de los tratamientos el olor es agradable y suave, los tres opinaron que su sabor es dulce en los tratamientos TC (testigo con conservador), P 15 minutos (pausterizado a 15 min), PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min), PC 25 minutos (pausterizado con conservador a 25 min), P 30 minutos (pausterizado a 30 min), PC 30 minutos (pausterizado con conservador a 30 min). Agridulce en los tratamientos P 20 minutos (pausterizado a 20 min) y PC 20 minutos (pausterizado con conservador a 20 min), los tres coincidieron en que su color es blanco y dos observaron que su consistencia es líquida, el otro opinó que era viscosa.

En la segunda fecha las tres mismas personas hicieron el análisis y dos opinaron que su olor era suave y agradable pero también coincidieron que el tratamiento E (esterilizado) tenía un olor desagradable, su sabor era en los tratamientos E

(esterilizado) y EC (esterilizado con conservador) desagradable, su color seguía siendo blanco, pero su consistencia aunque seguía siendo líquida estaba espumosa, el otro opinó que era viscosa.

Primer Análisis Organoléptico.

Sexo	Masculino
Edad	24 años
Fecha	16 / junio /2003

Tratamiento	Olor	Sabor	Color	Consistencia
T	Desagradable	Ácido / amargo	Pálido	Viscosa
TC	Desagradable	Ácido / amargo	Pálido	Viscosa
P 15 minutos	Desagradable	Ácido	Pálido	Viscosa
PC 15 minutos	Desagradable	Dulce	Bco. lechoso	Viscosa
P 20 minutos	Desagradable	Agridulce	Bco. opaco	Viscosa
PC 20 minutos	Desagradable	Agridulce	Blanco claro	Viscosa
P 25 minutos	Desagradable	Ácido	Blanco	Viscosa
PC 25 minutos	Desagradable	Agridulce	Bco. lechoso	Viscosa
P 30 minutos	Desagradable	Ácido	Bco. opaco	Viscosa
PC 30 minutos	Agradable	Dulce	Bco. opaco	Viscosa
E	Agradable	Agradable	Bco. lechoso	Viscosa
EC	Agradable	Agridulce	Bco. opaco	Viscosa

Sexo	Masculino
Edad	34 años
Fecha	16 / junio /2003

Tratamiento	Olor	Sabor	Color	Consistencia
T	Agradable	Ácido	Blanco	Líquido
TC	Agradable	Agradable	Blanco	Líquido
P 15 minutos	Agradable	Muy agradable	Blanco	Líquido
PC 15 minutos	Agradable	Agradable	Blanco	Líquido
P 20 minutos	Suave	Rico	Blanco	Líquido
PC 20 minutos	Suave	Agradable	Blanco	Líquido
P 25 minutos	Suave	Agradable	Blanco	Líquido
PC 25 minutos	Suave	Dulce	Blanco	Líquido
P 30 minutos	Suave	Dulce	Blanco	Un poco espeso
PC 30 minutos	Suave	Un poco ácido	Blanco	Ligeramente espeso
E	Fuerte	Seco	Blanco	Espeso
EC	Suave	Seco y ácido	Blanco	Espeso

Sexo	Masculino
Edad	36 años
Fecha	16 / junio /2003

Tratamiento	Olor	Sabor	Color	Consistencia
T	Agradable	Agridulce	Blanco	Líquido
TC	Agradable	Dulce	Blanco	Líquido
P 15 minutos	Agradable	Dulce	Cristalino	Líquido
PC 15 minutos	Agradable	Menos dulce	Blanco	Líquido
P 20 minutos	Agradable	Agridulce	Blanco	Líquido
PC 20 minutos	Suave	Agridulce	Blanco	Líquido
P 25 minutos	Agradable	Amargo	Blanco	Líquido
PC 25 minutos	Agradable	Agradable	Blanco	Líquido
P 30 minutos	Agradable	Dulce	Blanco	Líquido
PC 30 minutos	Agradable	Dulce	Blanco	Líquido
E	Agradable	Desagradable	Bco. Lechoso	Líquido
EC	Suave	Desagradable	Bco. Lechoso	Líquido

Segundo Análisis Organoléptico.

Sexo	Masculino
Edad	24 años
Fecha	19 / junio / 2003

Tratamiento	Olor	Sabor	Color	Consistencia
T	Fuerte	Agridulce	Blanco	Viscosa
TC	Fuerte	Agrio	Bco. lechoso	Viscosa
P 15 minutos	Débil	Dulce	Bco. opaco	Viscosa
PC 15 minutos	No tiene olor	Dulce	Blanco	Viscosa
P 20 minutos	Débil	Agridulce	Bco. opaco	Viscosa
PC 20 minutos	No tiene olor	Dulce	Bco. lechoso	Viscosa
P 25 minutos	Suave	Agridulce	Blanco	Viscosa
PC 25 minutos	Suave	Agridulce	Bco. lechoso	Viscosa
P 30 minutos	Suave	Dulce	Blanco	Viscosa
PC 30 minutos	Débil	Agridulce	Blanco	Viscosa

E	Fuerte	Agrio	Bco. opaco	Viscosa
EC	Fuerte	Dulce	Bco. lechoso	Viscosa

Sexo	Masculino
Edad	34 años
Fecha	19 / junio /2003

Tratamiento	Olor	Sabor	Color	Consistencia
T	Agradable	Muy ácido	Blanco	Líquido
TC	Agradable	Agridulce	Blanco	Líquido
P 15 minutos	Dulce	Muy agradable	Blanco	Espumoso
PC 15 minutos	Muy suave	Rico y suave	Blanco	Poco espumoso
P 20 minutos	Muy suave	Agridulce	Blanco	Espumoso
PC 20 minutos	Muy suave	Más dulce	Blanco	Espumoso
P 25 minutos	suave	Dulce	Blanco	Espumoso
PC 25 minutos	Suave	Dulce	Blanco	Espumoso
P 30 minutos	Dulce / suave	Agridulce	Blanco	Espumoso
PC 30 minutos	Dulce / suave	Agridulce	Blanco	Espumoso
E	Desagradable	Desagradable	Blanco	Espumoso
EC	Ácido	Desagradable	Blanco	Líquido

Sexo	Masculino
Edad	36 años
Fecha	19 / junio / 2003

Tratamiento	Olor	Sabor	Color	Consistencia
T	Agradable	Ácido	Bco.	Aguado
TC	Agradable	Agridulce	Blanco	Líquido
P 15 minutos	Agradable	Agradable	Bco. cristalino	Líquido
PC 15 minutos	Muy sutil	Agradable	Bco. cristalino	Líquido
P 20 minutos	Suave	Ácido	Blanco	Líquido
PC 20 minutos	Suave	Agridulce	Blanco	Líquido
P 25 minutos	Suave	Amargo	Blanco	Líquido
PC 25 minutos	Agradable	Agridulce	Blanco	Líquido
P 30 minutos	Agradable	Amargo ligero	Blanco	Líquido
PC 30 minutos	Suave	Agridulce	Bco. cristalino	Líquido
E	Desagradable	Desagradable	Blanco	Líquido
EC	Desagradable	Desagradable	Blanco	Líquido

En este experimento no se utilizó diseño estadístico ya que no se realizaron repeticiones en los análisis.

CONCLUSIONES

1. En base a los resultados obtenidos se concluye que el método de conservación más adecuado para mantener las características organolépticas en el aguamiel es pausterizar y aplicar conservador, ya que retarda el proceso de fermentación en el mismo.

2. En análisis químico, los tratamientos más ácidos fueron TC (testigo con conservador) y PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min), pero el testigo es más ácido que todos los tratamientos en todas las fechas.

Los tratamientos con mayor concentración de sólidos solubles totales fueron PC 30 minutos (pausterizado con conservador a 30 min) y EC (esterilizado con conservador).

En este análisis se encontró la presencia de ácidos orgánicos en el aguamiel como ácido cítrico, málico y tartárico, este último se encuentra con mayor concentración en todos los tratamientos en todas las fechas, el mejor tratamiento fue TC (testigo con conservador) pero este fue inferior al T (testigo).

En los tratamientos P 20 minutos (pausterizado a 20 min), P 25 minutos (pausterizado a 25 min), P 30 minutos (pausterizado a 30 min) y E (esterilizado) la concentración de vitamina C fue mayor que en el T (testigo) y que en todos los tratamientos.

3. Para el análisis organoléptico, todos los tratamientos en todas las fechas tienen la misma importancia

4. En el análisis bacteriológico del aguamiel, todos los tratamientos tienen la misma importancia ya que todos tienen presencia de bacterias.

5. Para análisis bromatológico el tratamiento P 15 minutos (pausterizado a 15 min) contra el T (testigo) tiene una mínima variación en materia orgánica, cenizas, azúcares, por ciento de nitrógeno y por ciento de proteína

6. Se concluye que los mejores tratamientos en todas las variables fueron TC (testigo con conservador) y PC 15 minutos (pausterizado con conservador a 15 min)

7. Es recomendable analizar mediante cuál método se podría eliminar el olor en el aguamiel, ya que es un motivo por el cual mucha gente no lo consume.

LITERATURA CITADA

AOAC (Association of Oficial Analytical Chemists). 1980. Tabla de Hammond.
Association of Oficial Analytical Chemists. p. 944.

AOAC (Association of Oficial Analytical Chemists).1980 Official Methods of the
Association of Oficial Analytical Chemist 13th. ed. Washington, D.C.,
USA. p. 220.

Cortés M., D. R. 2000. Plan de negocios para la producción y comercialización de
miel de maguey. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo,
Coahuila, México.

Hernández Ch., J.L. 1999. Aplicación de biorreguladores bajo el sistema de
hidroponía en la raíz del cultivo de tomate. Tesis. Licenciatura. UAAAN.
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 31.

Hodgson, R. E. 1976. La industria lechera en América Latina. Ed. Pax-México.
México. D. F. p. 578.

IPN (Instituto Politécnico Nacional). 1983. Manual de bacteriología médica. Ed.
Academia de profesores de bacteriología médica. Depto. de

Microbiología. Esc. Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. 4 ed. México, D.F. p. 1-7.

Loyola M., E. 1956. La industria del pulque. México. p. 1-65.

Llaguno M., C. 1995. Producción y envasado de zumos y bebidas de frutas sin gas. Ed. Acribia, S. A. Ashurst, P. R. (Ed.). Zaragoza, España. p. 301-304.

Macedo E., M. 1950. Manual del magueyero. Ed. Bartolomé Trucco. México. D.F. p. 80-90.

Nieto R., D. y M. Maecke. 1901. Contribución al estudio bacteriológico del aguamiel y del pulque. Instituto de Biología. p. 1- 5.

Reaves, P. M. 1977. El ganado lechero y las industrias lácteas en las granjas. Limusa. México. p. 405-472.

Recalde, F. 1988. Política alimentaría y nutricional. Textos de economía. México. FCE. p.103-105.

Reyes L., V. C. 2004. Determinación de factores críticos de calidad sensorial de la tortilla de maíz. Tesis Maestría UA de C. Ciencias Químicas. Saltillo, Coahuila, México. p. 3-19.