



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

## ESTUDIO DE EL TEQUILA, SU HISTORIA, PRODUCCIÓN QUÍMICA, MERCADO Y LEGISLACIÓN.

### TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE: QUÍMICA DE ALIMENTOS PRESENTA: EMMANUEL RAMÍREZ TORRES



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F.,



2002

EXAMENES PROFESIONALES FACULTAD DE QUIMICA



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

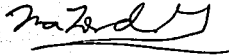
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

## JURADO ASIGNADO

Presidente  
Vocal  
Secretario  
1 er Suplente  
2 do Suplente

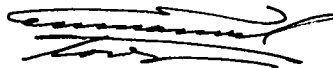
Dr. Agustín López-Munguía  
Dra. Amanda Gálvez Mariscal  
QFB. María de Lourdes Gómez Ríos  
Dr. Mariano García Garibay  
QFB. Dulce María Gómez Andrade

Asesora



María de Lourdes Gómez Ríos

Sustentante



Emmanuel Ramírez Torres

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por haber pertenecido a ella y en particular a la Facultad de Química en donde recibí bases sólidas como profesionista; fue un placer ser parte de esta comunidad.

Agradezco al Dr. Agustín López-Munguía y a la Dra. Amanda Gálvez Mariscal, por sus enriquecedoras observaciones y enseñanzas.

Agradezco a mi asesora Q.F.B. María de Lourdes Gómez Ríos (Lulú), por su enorme colaboración que tuvo en la realización de este trabajo y también por la amistad que se desarrolló.

Agradezco a cada uno de los excelentes profesores que tuve a lo largo de la carrera, los cuales me motivaron e influyeron positivamente en mi desarrollo.

Agradezco a Dios por darme a la familia que tengo; es un honor el conocerles: Pá, Má, Nay y Eve, mis cuatro columnas más sólidas, les amo hoy y les amaré siempre; aunque vayamos por distintos caminos, conservaremos esa unión que nos caracteriza.

En especial agradecimiento a mi Padre, por haberme dado educación, por coincidir (finalmente), por ser tan analítico y crítico, por defender tus puntos de vista, por ser diferente e igual a mí; también sé que nadie te enseñó a ser padre pero el resultado fue bueno (¡eso creo!); gracias papá.

A mi Madre, por ser tan creativa, por tu entrega, nobleza, curiosidad y lucha; gracias por ser tan única y por haberme despertado el interés hacia los alimentos, también te mereces un gran premio por haberme aguantado en tantos momentos, esta tesis te la dedico; gracias mamá.

A Nay y a Eve, por ser además de hermanas, mis dos mejores amigas, tan opuestas y tan complementarias; muchas gracias por esos innumerables momentos que hemos pasado juntos, por haber estado conmigo en las buenas y sobretodo por haber estado en los momentos difíciles, son dos mujeres muy valiosas en mi vida y espero encontrarme a una compañera cuyos valores sean tan sólidos, integros y con una lealtad, gratitud y nobleza similar a la de ustedes. Es una gran suerte ser su hermano y amigo.

A Gerardo Hinojosa por ser mi amigo, cuñado y amigo, por estar a lo largo del tiempo y por tu chispa que te caracteriza. A Benito Parra por ser parte de la familia y finalmente mi amigo, les agradezco a ambos su apoyo en varios momentos.

A Arantxa Parra; tal vez no lo sepas ni lo llegues a comprender aún, pero tu presencia representó y simbolizó tanto en mi vida, para mí has generado sueños que ahora quiero cumplir; he aprendido tanto a tu lado y sobretodo he aprendido mucho de mí a tu lado; gracias a Nay y a Beno por el regalote y este logro Arantxa también te lo dedico, para que en un tiempo no muy lejano (creeme) estés escribiendo tu tesis, con todo y dedicatorias.

A Marylyn Sumano; este es un logro también tuyo; me has hecho vivir y comprender el significado de la amistad verdadera, que me ha buscado en el desierto, en la frontera, en la ciudad, en los lugares más apartados y en los momentos más solitarios, además te agradezco por la libertad, el experimentar en esta vida, la lucha y otros lazos que nos seguirán uniendo como amigos. Gracias Marylyn, eres una mujer muy valiosa en mi vida, has sido y seguirás siendo mi mejor amiga.

A Brian Windle, por el inicio de una buena amistad.

A Bernardo Chapa y Lazo, Luis Eduardo López Orduña, Víctor Viloria Bello y Susana; buenos amigos, excelentes recuerdos.

A Alejandra Barrios, por tu entrega y disciplina, por tu lucha e ímpetu, por seguir avanzando y logrando tu objetivos, eres una mujer que me ha dado gusto conocer; vas a llegar así a donde te propongas.

A mis compañeras de carrera en especial a Karla Chacón, Alma Escamilla, Angélica Millán, Carla Rojas, Isaldy, Angélica Rosas, Grace y Ana Laura ustedes fueron parte de un buen ciclo que se abrió en esta etapa universitaria y que hoy se cierra; gracias por los buenos momentos, horas de estudio y desvelo, espero que sigamos coincidiendo y les deseo mucha suerte.

Un particular agradecimiento a "Chacona", por tantas veces que hemos hecho mancuerna, por mantener tu individualidad en el hacer, en el pensar y sobretodo la congruencia con la que te expresas, eres genial.

Otro particular agradecimiento a Alma Escamilla, por tu apoyo recibido, por las pláticas que nos conectan a otras pláticas y sobretodo por ser y defender a la Almilla que eres.

A Rocío Luna, Marcos Juárez, Víctor Blancas, Gloria Escamilla, Alicia Rivera, Vanesa Cabra, Nelly y Nidia Abud por haber sido muy buenos compañeros de carrera y de proyectos, les deseo mucha suerte.

A Sergio Alatorre, Jazmín Edurne, Paola Tercero y Lucio Campos por haber hecho de la facultad un lugar lleno de muy buenas anécdotas; les deseo buena suerte.

A Pilar Llanos, fue inevitable el haberte conocido, es muy difícil escribirte esto pero tú le diste un enorme giro a mi vida; aunque no lo creas, te dedico esta tesis como conclusión de una etapa personal de educación y formación profesional que te involucra. Te deseo mucha suerte y ¡nunca te canses de echarle ganas!

A Gaby Villa

Como Virgilio que condujo a Dante, has sido una muy buena guía en los niveles y vivencias que voy entendiendo, cerrando y abriendo en mi vida. Gracias.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Justificación</b>	<b>1</b>
<b>Objetivos</b>	
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
 <b>Capítulo I Historia y Situación Actual del Tequila</b> 	
1.1 Historia del Tequila	3
1.1.1 Orígen de la Palabra Tequila	3
1.1.2 Orígen de la Bebida	3
1.1.3 <i>Agave Tequilana Weber var Azul</i> en el México Prehispánico	3
1.1.4 Agave en el México Colonial	4
1.1.5 Primer impuesto y desacreditación de bebidas provenientes de agave.	4
1.1.6 Fabricación del tequila con fines industriales y prohibición de la bebida tequila.	5
1.1.7 Consolidación de la industria del tequila.	6
1.1.8 Empleo de la palabra Tequila como bebida.	6
1.1.9 Tequila en el México revolucionario	6
1.2 Situación actual del tequila	7
1.2.1 Causas y consecuencias de la crisis del tequila	7
1.2.2 Crisis del agave	7
1.2.3 Crisis del tequila	9
1.2.4 Empleo de <i>Agave potatorum</i> (Agave mezcalero de Oaxaca) en sustitución de <i>Agave tequilana Weber var Azul</i> .	9
1.2.5 Adulteración de la bebida.	10
1.2.6 Seudotequilas	10
1.2.7 Creación del CRT	11
1.2.8 Carga Fiscal e impuestos	12
 <b>Capítulo II Agave Tequilana Weber var Azul y Otros Agaves</b> 	
2.1 <i>Agave Tequilana Weber var azul</i> .	13
2.1.2 Reproducción y propagación del <i>Agave tequilana Weber var Azul</i> .	14
2.1.3 Metabolismo del <i>Agave tequilana Weber var Azul</i>	15
2.1.4 Cultivo del <i>Agave tequilana Weber var Azul</i> .	16
2.1.5 Condiciones óptimas subóptimas y marginales para el cultivo del <i>Agave tequilana Weber var Azul</i> .	16
2.1.6 <i>Problemas fitosanitarios que afectan el cultivo del Agave tequilana Weber</i>	18

*var Azul.*

2.1.7 Estrategias biotecnológicas para la reproducción y cultivo del *Agave tequilana Weber var Azul.* 21

### Capítulo III Producción y Elaboración del Tequila

3.1 Producción y Elaboración del Tequila.	23
3.1.1 Jima o Cosecha	23
3.1.2 Recepción de Agave	24
3.1.3 Recepción de Adjuntos.	24
3.1.4 Despedazado del Agave	27
3.1.5 Cocimiento	27
3.1.6 Tipos de Cocimiento	29
3.1.7 Molienda	30
3.1.8 Formulación del mosto de fermentación.	31
3.1.9 Levaduras	32
3.1.9.1 Levaduras aisladas de fermentaciones previas como inóculo iniciador	32
3.1.9.2 Levaduras y microorganismos existentes en una fermentación natural.	32
3.1.9.3 Propagación del inóculo e inoculación	33
3.1.10 Fermentación, obtención de etanol	33
3.1.10.1 Fermentación, obtención de metanol.	37
3.1.10.2 Generación de biomasa vs generación de etanol	37
3.1.11 Principales variables involucradas que impactan en la fermentación.	38
3.1.11.1 Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)	38
3.1.11.2 Producción de Alcoholes de Fusel.	39
3.1.11.3 Efecto de la temperatura	40
3.1.11.4 Presencia de furfural en el mosto de fermentación	40
3.1.12 Bacterias contaminantes durante la fermentación	41
3.1.13 Destilación	41
3.1.14 Columnas de destilación o sistemas continuos	42
3.1.15 Maduración o añejamiento y abocado	42
3.1.16 Filtración	43
3.1.17 Embotellado	43
3.1.18 Control de calidad del tequila	43
3.2 Tratamiento de residuos en la producción y elaboración del tequila	44
3.2.1 Subproductos principales de la industria del tequila	44
3.2.2 Subproductos de la jima	44



3.2.3 Comparación química de las hojas del <i>Agave tequilana</i> Weber var Azul con respecto a plantas empleadas para la producción de pulpa y papel	47
3.2.3.1 Comparación del papel elaborado a partir de <i>Agave tequilana</i> Weber var Azul con respecto al elaborado con pino y eucalipto	48
3.2.4 Subproductos del proceso de obtención de tequila	48
3.2.4.1 Empleo del subproducto bagazo como materia prima	50
3.2.4.2 Usos del bagazo como aditivo en dietas para ganado	50
3.2.4.3 Otros usos del bagazo	51
3.2.5 Empleo del subproducto vinazas como materia prima	51
3.2.6 Sólidos de la fermentación	52
3.2.6.1 Usos de los sólidos de la fermentación como alimento para ganado	53

#### Capítulo IV Caracterización Química y Sensorial del Tequila

4.1 Caracterización química del tequila	57
4.1.2 Compuestos químicos del tequila, determinación de sus posibles orígenes para su caracterización química	57
4.1.3 Compuestos reportados como criterio de clasificación de maduración del tequila	59
4.1.4 Compuestos reportados como marcadores entre la bebida tequila, frente otras bebidas étnicas similares.	60
4.2 Caracterización sensorial del tequila	61
4.2.1.1 Aspectos generales de la evaluación sensorial	61
4.2.1.1 Evaluación sensorial aplicada a bebidas alcohólicas	62
4.2.2 Perfil del sabor del tequila	62
4.2.3 Datos y gráficos de radar obtenidos por tipo de tequila	63
4.2.4 Resultados obtenidos por atributo y tipo de tequila	71

#### Capítulo V Legislación y Normatividad del Tequila

5.1 Denominación de Origen	74
5.1.1 Cronología en la obtención de la denominación de origen	74
5.1.2 Empleo de la denominación de origen	76
5.2 Acreditamiento del CRT	76
5.2.1 Verificación y certificación por el CRT	76
5.2.2 Autorización para el empleo de la denominación de origen, obtención del dictámen técnico.	77
5.2.3 Autorización para el empleo de la denominación de origen,	77

obtención del certificado de conformidad.	
5.2.4 Requisitos para comercializar tequila	78
5.2.5 Obligaciones del productor certificado	78
5.2.6 Derechos del productor certificado	80
5.2.7 Infracciones de la normatividad	80

## Capítulo VI Comercio del Tequila

6.1 Comercio del tequila, panorama actual	83
6.2 Consumo de agave	84
6.3 Producción de tequila y tequila 100%	85
6.4 Producción total para mercado nacional y mercado de exportación de tequila	86
6.5 Forma de exportación; tequila a granel, tequila envasado	87
6.6 Exportaciones por categoría tequila y tequila 100%	88
6.7 Exportaciones de tequila por destino geográfico	89
6.8 Exportaciones por tipo de tequila envasado	91
6.9 Exportaciones por tipo tequila a granel	92
6.10 Marcas de tequila mercado nacional	93
6.11 Marcas de tequila mercado extranjero	99
6.12 Resumen marcas de tequila	108
<b>Conclusiones</b>	<b>109</b>
<b>Anexo I</b>	<b>114</b>
<b>Anexo II</b>	<b>120</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>130</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
Tabla 1.	Fluctuación de precios por año de piñas jimadas de <i>Agave tequilana Weber vr Azul</i>	8
Tabla 2.	Descripción de la planta de <i>Agave tequilana Weber var Azul</i>	13
Tabla 3.	Condiciones y regiones óptimas, subóptimas y marginales para el cultivo del <i>Agave tequilana Weber var Azul</i>	17
Tabla 4.	Principales microorganismos que afectan la calidad del <i>Agave tequilana Weber var Azul</i>	19
Tabla 5.	Insectos que afectan la calidad del cultivo de <i>Agave tequilana Weber var Azul</i>	19
Tabla 6.	Relación entre microorganismo e insecto que afectan al cultivo del <i>Agave tequilana Weber var Azul</i>	20
Tabla 7.	Ventajas y Desventajas de la clonación de plantas de <i>Agave tequilana Weber var Azul</i> .	21
Tabla 8.	Elaboración de tequila y tequila 100% agave	25
Tabla 9.	Productos de reacción generados a diferents horas durante el cocimiento del agave en hornos de ladrillo	29
Tabla 10	Comparación de productos obtenidos durant la cocción y molienda del agave	30
Tabla 11	Levaduras y microorganismos existentes en una fermentación natural	32
Tabla 12	Condiciones usuales que indican el final de la fermentación para la obtención de tequila	36
Tabla 13	Variabes con influencia en la fermentación	38
Tabla 14	Efectos de la presencia de furfural en el mosto de fermentación	40
Tabla 15	Distribución de componentes de la planta del agave	45
Tabla 16	Distribución de fracciones de la planta de agave	46
Tabla 17	Comparación química de la fibra del agave con respecto a la de pino y eucalipto	47
Tabla 18	Características de la fibra del agave en comparación a las fibras de pino y eucalipto	47
Tabla 19	Comparación de las propiedades de las hojas obtenidas a partir de agave, pino y eucalipto	48
Tabla 20	Productos obtenidos a partir de subproductos generados durante la producción de tequila	49
Tabla 21	Composición química del bagazo (en base seca)	50
Tabla 22	Ingredientes de diferents dietas para ganado, formuladas con bagazo de agave	50
Tabla 23	Composición química de los sólidos de fermentación	52
Tabla 24	Formulación de raciones experimentales de alimento de ovejas	53
Tabla 25	Digestibilidad aparent de materia seca, proteína cruda y materia orgánica en las dietas para animales	54
Tabla 26	Comnpuestos químicos identificados y reportados por Santillán en 1998	57
Tabla 27	Ésteres identificados en tequila y su relación con tipo de bebida y	58

	origen de la materia prima	
Tabla 28	Intensidad de los químicos volátiles de tequila blanco, reposado y añejo	59
Tabla 29	Compuestos químicos discriminativos para tequila, mezcal y sotol	60
Tabla 30	Atributos de sabor a tequila	62
Tabla 31	Datos reportados para tequila blanco	64
Tabla 32	Datos reportados para tequila reposado	65
Tabla 33	Datos reportados para tequila añejo	67
Tabla 34	Datos reportados para tequila joven	69
Tabla 35	Atributos analizados por medio de prueba de Duncan entre los cuatro tipos de tequila	71
Tabla 36	Atributos analizados por tipo de tequila	72
Tabla 37	Consumo de agave para elaboración de tequila	84
Tabla 38	Producción total tequila y tequila 100%	85
Tabla 39	Producción mercado nacional y mercado de exportación	86
Tabla 40	Exportaciones por forma, tequila granel, envasado	87
Tabla 41	Exportaciones categoría tequila y tequila 100% de agave	88
Tabla 42	Exportaciones por destino	89
Tabla 43	Participación exportaciones destino	90
Tabla 44	Exportación por tequila blanco, joven, reposado y añejo envasado	91
Tabla 45	Exportación por tequila blanco, joven, reposado y añejo a granel	92
Tabla 46	Empresas y marcas de tequila, mercado nacional	93
Tabla 47	Empresas y marcas de tequila envasadas en el extranjero	99
Tabla 48	Resumen marcas de tequila mercado extranjero	108
Tabla	Variedades de Agave en México	114
A.1		
Tabla	Unidades para el proceso de obtención de papel	118
A.2		

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
Figura 1.	Ejemplificación del metabolismo del Ácido Crasuláceo	15
Figura 2.	Proceso de Obtención de tequila y residuos generados	22
Figura 3.	Jimado del agave empleando una "coa"	24
Figura 4.	Sacarosa	25
Figura 5.	D-glucosa	26
Figura 6.	D-fructosa	26
Figura 7.	Estructura química de la inulina con glucosa terminal.	26
Figura 8.	Estructura química de la inulina con fructosa terminal	26
Figura 9.	Deshidratación de la D-glucosa para dar a 3-desoxi-D-glucosona	27
Figura 10	Formación a partir de la forma enólica de 3-desoxi-D-glucosona de 3-desoxi-D-glucosona-3,4-eno y su deshidratación para formar HMF	28
Figura 11	Balance general de la glucólisis	33
Figura 12	Formación de la molécula fructosa 1-6-difosfato a partir de glucosa	34
Figura 13	Formación de 3-fosfogliceraldehído a partir de fructosa-1-6-difosfato	34
Figura 14	Formación del ácido 3-fosfoglicérico y ATP a partir de 3-fosfogliceraldehído	35
Figura 15	Formación del ácido pirúvico a partir del ácido 3-fosfoglicérico	35
Figura 16	Formación del etanol a partir de ácido pirúvico	36
Figura 17	Unidad química que constituye la pectina del agave	37
Figura 18	Reacciones de desaminación	39
Figura 19	Formación de diacetilo y 2-3-butanodiol a partir de ácido pirúvico	39
Figura 20	Maduración de tequila en barricas de roble blanco	43
Figura 21	Procedimiento de verificación	55
Figura 22	Subproductos de la jima del agave	44
Figura 23	Gráfico de radar para tequila blanco	64
Figura 24	Gráfico de radar para tequila reposado	66
Figura 25	Gráfico de radar reportado para tequila añejo	68
Figura 26	Gráfico reportado para tequila joven	69
Figura 27	Gráfico de radar consolidado para tequilas blanco, reposado, añejo y joven	70
Figura 28	Zona protegida por la denominación de origen tequila	81
Figura 29	Zona protegida por la denominación de origen tequila por estado y municipio	82
Figura 30	Tequila producido destino mercado nacional y extranjero	86
Figura 31	Exportaciones por forma granel y envasado	87
Figura 32	Exportaciones categoría tequila y tequila 100% de agave	88
Figura 33	Participación exportaciones destino	89
Figura 34	Exportación por tequila blanco, joven, reposado y añejo envasado	91
Figura 35	Exportación por tequila blanco, joven, reposado y añejo a granel	92

Figura A.1	Ejemplificación del Ciclo de Calvin	116
Figura A.2	Proceso Kraft para producción de papel	117

## **JUSTIFICACIÓN**

El tequila a través de los años, se ha incorporado en el gusto del público y ha conquistado fronteras alrededor del mundo, convirtiéndose en uno de los productos mexicanos con mayor presencia a nivel internacional. Motivo por el cual en éste trabajo monográfico de actualización, se realiza un estudio sobre los diferentes aspectos de la bebida tequila (su historia, química, mercado y legislación) agrupando información relevante que actualmente se encuentra dispersa y con ello identificar campos de acción e interés desde un punto de vista tecnológico; además con dicha información, se podrá obtener un panorama general de su situación actual.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General.**

Realizar un estudio sobre la información actualizada de los aspectos técnicos, legislativos y comerciales del Tequila como la única bebida mexicana que cuenta con una denominación de origen y realizar un diagnóstico de su situación actual a nivel nacional e internacional.

### **Objetivos Específicos.**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del Tequila, recopilando la información más relevante y actualizada acerca de su origen, proceso, legislación y comercialización .
- Identificar líneas de investigación de la industria del tequila.
- Resaltar en el marco de normatividad mexicana, las innovaciones realizadas en el campo de investigación, que fortalezcan y fundamenten criterios de selección y de protección de la autenticidad del tequila.
- Identificar los factores que interfieren en la comercialización del Tequila a nivel nacional e internacional.



# CAPÍTULO I

## Historia y Situación Actual del Tequila

### 1.1 Historia del Tequila

#### 1.1.1 Origen de la palabra Tequila

Existen diferentes versiones acerca del origen de la palabra Tequila:

La primera versión menciona la existencia de una tribu indígena que recibía el nombre de "Tecuilas" o "Ticuilas", los cuales elaboraban rudimentariamente el producto que acabó recibiendo el nombre de "Tequila".

La segunda versión menciona que la palabra "Tequila" viene del vocablo nahuatl "tequititlam", traducido como "lugar donde son abundantes los tributos" o a su vez este vocablo, dividirlo en "tequitl" con significado "trabajo" o "empleo" y "tlan" con significado "lugar"; por lo tanto el significado de la palabra "Tequila" puede ser también interpretado como "lugar donde la labor o el trabajo es hecha".

Por último una tercera versión, da por hecho que la palabra "Tequila", significa "volcán" o "cerro de lava", que además proviene de los vocablos "Tel" con significado "cerro" y "Quilla" con significado "lava" o "desperdicio".

Las dos primeras versiones han sido más comunmente empleadas en los artículos citados para la elaboración de este trabajo.<sup>(1-3)</sup>

#### 1.1.2 Origen de la bebida

El origen de la bebida tiene un relato con connotación mágica:

Un rayo cayó sobre unos agaves, los cuales con la descarga dejaron al descubierto el corazón del maguey, y por efecto del calor generado estos estuvieron ardiendo por unos momentos; a los indígenas que observaron dicho acontecimiento, descubieron después que había un líquido cristalino de buen sabor, motivo por el cual trataron de recrear aquel proceso accidental, originado al caer un rayo<sup>(2)</sup>.

#### 1.1.3 *Agave tequilana Weber var. azul* en el México prehispánico

La información más significativa que hace referencia al *Agave tequilana Weber var. azul* está en los siguientes documentos:

Códice "Tonauhatl Nahuatl" o "Tonalamatlnahuatl" conocido también como "Cara de la Peregrinación Azteca". En dicho documento se narra con jeroglíficos, la historia de la nación Mexica que inicia en el año 1116 de nuestra era en su éxodo a Aztlán (con significado lugar de garzas), localizado en la isla de Mexcaltitán (con significado entre mezcales), en la confederación de Chimálhuacán, que a su vez era integrada por los estados de Colima, Tonallan, Xalisco y Aztlán, siendo los dos últimos donde se ubicaba el principal asiento del reino, y desde luego, en Xalisco donde se localizaba el volcán o cerro de Tequila.

En el mismo código se narra también sobre una de las ocho tribus Nahuatlacas (la de los Aztecas) por orden del Dios Huichilopochtli debió separarse y cambiar su nombre para llamarse "Mexicas", que significa "los que se alimentan de Mexcalli", en honor de su dios "Mextli" que a su vez quiere decir "ombbligo de agave" (de "Metl" que significa Agave o mezcal y "Xitl" ombbligo o quiote), para ir en busca del águila posada encima de un nopal y devorando una serpiente, que sería el signo de los dioses para tomar asiento definitivo y la cual encontraron hasta 1325 fundando la gran ciudad de México-Tenochtitlan, palabra esta última que en sentido figurado significa "En la Casa de Tenoch", que significa "donde mora el Dios de los Agaves".

También se señala que los mexicas, tuvieron que aprender a cocinar el agave en hornos bajo tierra y así obtener el Mexcalli (agave cocido) que era considerado como alimento por la reserva de agua y nutrientes que son acumulados por la planta para resistir en un terreno semidesértico; como también se señala que el agave cocido remojado en agua podía fermentar; a dicha bebida alcohólica se le denominó *Iztacoctli* que significa vino blanco. <sup>(1-6, 93, 94)</sup>

#### 1.1.4 Agave en el México colonial

Los primeros españoles que llegaron a México se refirieron a la planta de agave (incluyendo al agave tequilero) como "maguey".

En 1541 Fray Toribio de Benavente (Motolinia) en su "Historia de las Indias" relata como ciertas pencas de maguey eran comestibles asadas en barbacoa citando: "mas si las cabezas están cocidas de buen maestro tienen, tan buenas tajadas que muchos españoles lo quieran tanto como buen diacitrón, o sidra confitada". También se hace referencia de este hecho en 1579 en la "Historia Verdadera de la Conquista de la Nueva España" de Bernal Díaz del Castillo mencionando que "los indios comían con gran gusto las pencas de maguey que fueran cocidas".

En 1612 Domingo Lázaro de Arregui, describe el empleo del agave como alimento y su importancia para la obtención de una bebida alcohólica, diciendo: "los mezcales son muy semejantes al maguey y su raíz, cuyos asientos de las pencas se comen asados y de ellas mismas, exprimiendoles así asadas, sacan un mosto del que sacan vino por alquitara, más claro que el agua y más fuerte que el aguardiente y de aquel gusto. Y aunque del mezcal que se hace, se comunican muchas virtudes, se usa en lo común con tanto exceso, que desacreditan el vino y su planta"; con esta última descripción, se empieza a hacer una diferenciación entre los tipos de agave y sus usos. <sup>(1-7, 93, 94)</sup>

Con base en estas descripciones, se tiene como antecedente la identificación, por los españoles, sobre la importancia que tiene el agave, como alimento y como bebida.

#### 1.1.5 Primer impuesto y desacreditación de bebidas provenientes de agave.

En 1608 el gobernador de la Nueva Galicia, don Juan de Villela, funda las cajas reales para cobrar el impuesto al "vino mezcal", (dicho término abarcaba a todas aquellas bebidas con contenido alcohólico obtenidas a partir de agaves).

En 1636 don Juan Canseco y Quiñones presidente de la Audiencia de la Nueva Galicia, hace intentos para desacreditar las bebidas obtenidas a partir de agave, argumentando sobre daños a la salud que ocasionaban a sus consumidores. Con dicho argumento se encubría que las

Dicha desacreditación, no impidió que continuara su consumo por la población indígena principalmente.

En 1651 el médico español Jerónimo Hernández, le otorga a la bebida propiedades terapéuticas escribiendo: “el Tequila es usado por frotación para la cura, de la falta de movimientos en las articulaciones del cuerpo”.

El 15 de octubre de 1671, Carlos III (en la real cédula, con la misma fecha), permite la venta de bebidas alcohólicas elaboradas a partir de agave (denominadas como “vino-mezcal”) y cobrar así un impuesto en su venta.

Fue hasta 1742 que don Matías de la Mota y Padilla, en su “Historia de la Conquista del Reino de la Nueva Galicia”, habla de los “Estancos de vino de coco y de mezcal”. Y también consigna que los mezcales aunque parecidos a los magueyes, eran más “chaparros” y además que los indios preferían el “vino-mezcal” en lugar de pulque, por ser aquel más fuerte<sup>(1-5)</sup>.

Aunque en códices del México prehispánico ya se conocían las diferencias entre tipos de agave y bebidas obtenidas, con esta información se diferenciaba en el México colonial al tipo de agave y dos principales bebidas: Pulque y el “vino-mezcal”.

#### **1.1.6 Fabricación del tequila con fines industriales y prohibición de la bebida tequila.**

En 1750 dio comienzo en Amatitlán Jalisco la fabricación industrial de la bebida “vino-mezcal” en una hacienda llamada Cuisillos (que por ubicación geográfica, podemos concluir que este “vino-mezcal” se refiere al Tequila). Los principales consumidores fueron los mineros de las zonas localizadas en el estado de Jalisco.

En 1758 Por orden del corregidor de Nueva Galicia, se le concede a José Antonio Cuervo, en la finca de Villaslada en Jalisco, tierras para la recolección del agave (conocido en esa época como agave azul) y el procesamiento del Tequila.

El 3 de mayo de 1785 por medio de una orden real conseguida por el Virrey don Macías de Gálvez y firmada por Aranjuez, se prohibió la fabricación y venta de las bebidas embriagantes de México. La lista de productos prohibidos abarcaba 85 distintas denominaciones, entre la que figuraba la bebida que se obtenía en la región de Guadalajara; esta prohibición duró 10 años.

En 1795 José María Guadalupe Cuervo, recibió del rey de España Carlos IV, la primera concesión para cultivar agave azul en vez de recolectar aquel que crecía en el campo.

El 17 de noviembre de 1801 en una información testimonial, se menciona que los dueños de “Tabernas” en la villa de Tequila, estaban inscritos como causantes del ramo de “cribas de vino de este suelo” indicando así el origen del producto<sup>(1-3)</sup>.

### 1.1.7 Consolidación de la industria del tequila

Al inicio del siglo XIX, marca el punto de partida de varias casas tequileras (Cuervo, Herradura y Sauza principalmente) algunas de las cuales hasta la fecha han perdurado llevando el nombre y apellido de sus fundadores y cuyas destilerías aún conservan el nombre con que inicialmente fueron bautizadas como: "La Rojeña" (manejada por José María Cuervo), "La Hacienda de San José del Refugio", "La Antigua Cruz" (establecida por José María Castañeda) que a su vez fue adquirida por Cenobio Sauza en el año de 1873 cambiando el nombre a "La Perseverancia".

Hoy en día siguen existiendo estas fábricas, convertidas la mayoría en modernas destilerías<sup>(1-7)</sup>.

### 1.1.8 Empleo de la palabra Tequila como bebida

En 1887 Lázaro Pérez escribió el primer ensayo técnico sobre el cultivo del mezcal tequilero y la fabricación del aguardiente de agave y menciona que este aguardiente se denomina "vino-mezcal", "vino-tequila" o simplemente "Tequila".

En cuanto a su materia prima el agave azul tequilero, se dio a conocer científicamente hasta el año 1900, recibiendo el nombre de *Agave tequilana Weber var. Azul*.<sup>(1)</sup>

### 1.1.9 Tequila en el México revolucionario

En 1889 la fabricación de tequila había llegado a ser una de las principales industrias de Jalisco teniendo en ese tiempo, 39 fábricas, 18 de las cuales estaban localizadas en la villa de Tequila y sus alrededores. En donde la mayor parte de los nombres de las fábricas eran los apellidos de los dueños con los que hoy en día se conocen como los de más tradición en el giro, como por ejemplo: Flores (propietario de la destilería que fundaron los Cuervo), Rosales, Martínez, Orendáin, Romero, Ruíz, Sauza y Ontiveros; uno de estos tequileros llamado don Aurelio López Rosales, bajo el pseudónimo de Bartolomé Ontiveros (propietario de la fábrica de "Tequila La Herradura" apoyó con armas y dinero al movimiento cristero.

Al final del siglo XIX, la expansión de la industria del Tequila fue evidente, ayudada grandemente por el ferrocarril, pero no fue hasta que las primeras barricas fueron exportadas a los Estados Unidos, cuando el Tequila fue conocido más allá de las fronteras de México.<sup>(1,3)</sup>

## 1.2 Situación actual del tequila

La industria del tequila presentó del año 1995 a 1999 un crecimiento al cual se le denominó "Boom" del tequila; para el año 1999 a fecha actual se le considera un periodo "Post-boom", cuyos problemas principales es la crisis del agave y del tequila.

Durante el "Boom" del tequila, la industria creció un 82% produciendo de 104.3 a 190.6 millones de litros (40% alcohol en volumen, para el año 1999); las exportaciones crecieron de 64.5 millones de litros a 98.8 millones de litros; de los cuales el destino final era EUA en un 80% de los casos, dando a la industria del tequila para el año 1999, empleo a 36688 personas (12,100-104).

### 1.2.1 Causas y consecuencias de la crisis del tequila

De manera general las principales causas que llevaron a la industria del tequila a una crisis se mencionan a continuación:

- Sobreproducción del *Agave tequilana Weber var. azul*, seguido a una escasez del mismo; que esto aunado al éxito comercial y con las preferencias del consumidor (sobre tequila manufacturado con 100% agave), se hizo más crítica la poca o nula planeación del abasto de la materia prima.
- Desvinculación entre la industria del tequila y el campo mexicano.
- Fluctuación en el precio del Agave.
- Ausencia de organismos reguladores entre el campo y la industria.
- Prácticas industriales desleales y monopólicas entre los industriales.
- Adulteración de la bebida.
- Carga fiscal e impuestos.
- Problemas fitosanitarios que afectaron al cultivo del *Agave tequilana Weber var. Azul* (Capítulo 2 Agave, sección 2.1.6).
- Poco desarrollo y mejora tecnológica a ser aplicada en diversas áreas que integran la industria del tequila.

### 1.2.2 Crisis del Agave.

Entre campo e industria del tequila, la presencia de intermediarios (llamados "coyotes"), tuvieron participación en la fluctuación de precios del agave; ellos usualmente son los únicos compradores de la materia prima, dando como resultado pagos bajos de cosechas a agricultores y encarecimiento del agave hacia los industriales. En los años 1994 a 1995, se estima que hubo una pudrición de 200 millones de plantas de agave en los campos, debido al pago bajo de cosechas.

Para el año 1998 en el cual empieza la escasez de agave en el campo, los industriales responsabilizan a los "coyotes" de un supuesto acaparamiento y encarecimiento de la materia prima. <sup>(12)</sup>

Estos intermediarios son un factor importante de desvinculación entre la industria del tequila y los agricultores de agave.

El 6 de Julio del 2000 la CNIT (Cámara Nacional de la Industria del Tequila), reconoció (sin dar dato numérico) que una “gran” cantidad de agave cosechado se encontraba acaparada por los “coyotes”.

Este acaparamiento de materia prima y el inicio de la escasez del agave, dio como resultado su fluctuación de precios por kilogramo de piña, que lo podemos ver en la tabla 1.

**Tabla 1. Fluctuación de precios por año de piñas jimadas de *Agave tequilana Weber var azul***

Año	Precio por kilogramo de piña de agave.
1994 a 1998	0.20, 0.45, 0.5 y 0.6 pesos.
1999	3 pesos
2000	14 y 14.50 pesos

Ante irregularidades de comercialización y distribución del *Agave tequilana Weber var. Azul*, se inició la investigación por medio de la CFC (Comisión Federal de la Competencia) por prácticas denominadas como “monopólicas”. SECOFI (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, ahora Secretaría de Economía) y dicha CFC son los organismos que actualmente investigarán y penalizarán dichas irregularidades que se tengan por parte de los industriales del tequila, de los productores de agave y de sus intermediarios.

El 18 de Julio del 2000, la Confederación Nacional de Productores de Agave “El Barzón” y la Unión Agrícola Regional de Productores de Mezcal Tequilero, mediante la firma y aprobación de la CNIT (Cámara Nacional de la Industria del Tequila) y la Unión Agrícola Regional de Productores de Mezcal Tequilero del Estado de Jalisco (que a su vez es integrada por 400 agricultores con posesión de un aproximado del 80 % del agave cultivado) acordaron realizar:

- Inventario actualizado del cultivo y cosecha del Agave.
- La CNIT se comprometió a comprar todo el agave maduro existente para funcionar como intermediario eventual, controlando el precio de la materia prima y así dar fin a los “coyotes”.
- Formación de contratos de compra directa de Agave entre agricultores e industriales tequileros.
- Por parte de los industriales, otorgar asesoría técnica a los agricultores, para bajar costos de cultivo y eficientizarlos.
- Ofrecer a los agricultores consultoría fiscal y contable.
- Reducir la exportación a granel de Tequila y favorecer el envasado de origen, con lo cual se busca proteger al tequila de adulteraciones .

Con estos acuerdos se busca principalmente que el precio por kilogramo de piña de agave quede controlado y reducir su costo para el año 2002 y 2003 en nueve y cinco pesos respectivamente y también crear una vinculación y control entre las áreas que integran la industria del tequila.<sup>(10, 11, 13-16, 52, 72, 73)</sup>

### 1.2.3. Crisis del Tequila

La Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-1994, Bebidas Alcohólicas-Tequila-Especificaciones, para poder producirse y comercializarse el Tequila define lo siguiente:

a) "Tequila", definición.

Bebida alcohólica regional obtenida por destilación y rectificación de mostos, preparados directa y originalmente del material extraído, dentro de las instalaciones de la fábrica, derivado de la molienda de las cabezas maduras de *Agave tequilana Weber var azul*, previa o posteriormente hidrolizadas o cocidas, y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras cultivadas o no, siendo susceptible de ser enriquecido por otros azúcares hasta en una proporción no mayor de 49%.

b) "Tequila 100% de agave".

Para que un producto sea considerado "Tequila 100% de agave", debe emplear como única fuente de carbohidratos los provenientes del *Agave tequilana Weber var. Azul*; no son permitidos la adición de adjuntos.

c) "Tequila" o "Tequila mixto".

Producto que se obtiene durante la destilación y rectificación de mostos, en cuya formulación se ha adicionado (es permitido) hasta una proporción no mayor del 49% de azúcares distintos derivados de la molienda, extraídos dentro de las instalaciones de la fábrica, de las cabezas maduras del *Agave tequilana Weber var. Azul*. Es decir 51% de agave y 49% de adjuntos.

Relacionando estas definiciones con la crisis del tequila, durante la escasez del *Agave tequilana Weber var. Azul*, surgen diferentes prácticas realizadas por algunos industriales que no cumplían con la norma, poniendo en riesgo la denominación de origen y agudizando la crisis del tequila; como ejemplo de dichas prácticas tenemos: adición de proporciones mayores de adjuntos permitidos por la norma, siendo para el "Tequila mixto" esta proporción mayor a un 49% de adjuntos; otra práctica fue la sustitución parcial del *Agave tequilana Weber var Azul* por agave mezcalero de Oaxaca (*Agave Potatorum*), sección (1.2.4); adulteración del producto terminado, sección (1.2.5) y existencia de seudotequilas, sección (1.2.6).

### 1.2.4 Empleo *Agave potatorum* (Agave mezcalero de Oaxaca) en sustitución de *Agave tequilana Weber var Azul*.

Una práctica de mayor impacto fue la sustitución o mezcla del *Agave tequilana Weber var azul* con *Agave potatorum* (agave mezcalero), traído principalmente del estado de Oaxaca, con lo cual primero se incurría en el incumplimiento de la norma y segundo pone en riesgo la denominación de origen del Tequila.

Destilerías como Orendáin (Tequila don Roberto, que a su vez maquila a Cuervo), compraron agave de Oaxaca, la consecuencia fue la clausura de sus instalaciones durante un mes por la PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor).

Ante tal práctica que se fue dando entre los industriales tequileros de manera generalizada, Alberto Curis (funcionario de la trasnacional Allied Domecq, propietaria de Tequila Sauza y

presidente de la CNIT), informó en conferencia de prensa: “La utilización de agave de Oaxaca, se debió en gran medida, al aumento en el precio de la materia prima (del agave tequilero) y no a la escasez”; con esta declaración se intentó justificar la sustitución de agaves de la siguiente manera: “Para que estuviera en peligro la denominación de origen, tendría que haber sido generalizado el uso de esa materia prima en la región”. Siendo que para el año 1999 en el estado de Oaxaca se trajeron entre 3 mil y 5 mil toneladas de agave mezcalero, que representan casi el 1% del consumo de agave tequilero para ese mismo año.

La solución ante la utilización de otros agaves distintos al agave tequilero e inclusive al empleo de este agave cosechado en territorios sin protección de origen fue dada el 16 de marzo del 2002, en presencia del Dr. Luis Ernesto Derbez Bautista, Secretario de Economía y el Lic. Francisco Javier Ramírez Acuña, Gobernador del Estado de Jalisco, la Cámara Nacional de la Industria Tequilera y el Consejo Regulador del Tequila firmaron la declaración unilateral de la voluntad por medio de la cual se comprometen a no adquirir agave que sea cultivado fuera de la zona geográfica contemplada en la Declaración General de Protección a la Denominación de Origen “Tequila”; esto debido a que el empleo de cualquier tipo de agave que no sea *Agave tequilana Weber var. Azul*, para la obtención de tequila y además de agave proveniente de territorios sin protección de origen, incumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-1994, Bebidas Alcohólicas-Tequila-Especificaciones (para el primer caso) y pone en riesgo la denominación de origen del producto (para el segundo caso).<sup>(8-11,13-15,17,31,37,39)</sup>

### 1.2.5 Adulteración de la bebida.

Una práctica que favorece la adulteración del producto es la venta a granel en el mercado de exportación. Se reporta que una vez salido el producto de México, este tiene poco control y que los compradores, podrían adulterar la bebida. Para lo cual el CRT (Consejo Regulador del Tequila) ha generado convenios de protección fuera del territorio nacional, los cuales señalan que cualquier comprador o propietario de una marca de tequila ya sea nacional o extranjero, tiene que firmar un contrato con un productor autorizado por el CRT, independientemente del lugar en donde se embotelle; las etiquetas deberán contener la misma información del Tequila embotellado de origen y la etiqueta del producto que se expendan en el extranjero estará avalada por un sello y registro del CRT.<sup>(16,17,52)</sup>

Aún con esta medida, las autoridades mexicanas no pueden ejercer ninguna acción legal fuera del territorio nacional, quedando esta medida sólo como convenio entre productoras de tequila y envasadoras en el extranjero. La única manera de proteger la denominación de origen del tequila, es mediante acuerdos internacionales con cada país (sección 1.2.7).

### 1.2.6 Seudotequilas

En 1997, se documenta la competencia desleal que enfrenta la industria del Tequila con la venta de seudotequilas. En EUA y en Europa se venden seudotequilas, elaborados principalmente en España, formulados a partir de remolacha (entrando en la categoría de aguardientes), además ostentan el nombre de tequila en la etiqueta.

Dichos seudotequilas tienen las marcas de “El Sombrero” (fabricada en Barcelona), y en su etiqueta menciona: “Bajo licencia de Porfirio Juárez y Cía de México”.



Otro lugar que elabora pseudotequilas es Sudáfrica, el cual abastece al mercado europeo con marcas como "Peamero", "Gringo's", "Paco Oleya" y "Águila"; las cuales compiten con marcas importadas de México (Cuervo).

Cabe mencionar que Sudáfrica es un país con características ecológicas muy similares a México; es el segundo país con mayor número de especies de cactáceas y agaves en el mundo. Se reporta la existencia de *Agave tequilana* Weber var azul (en Ciudad del Cabo, específicamente) en una cantidad suficiente para tener una producción de 240 mil litros de tequila por mes. <sup>(17-19)</sup>

### 1.2.7 Creación del CRT.

El Gobierno Mexicano, transfiere al Sector Privado funciones que venía desempeñando como: Normalización, verificación y certificación de la calidad de los productos y servicios. Esto aunado a que entre la industria del tequila y los productores de agave requerían a un organismo que vinculara a dichas áreas y que además tuviera una postura imparcial; para tales necesidades surge el CRT (Consejo Regulador del Tequila). <sup>(12)</sup>

El CRT es un organismo del sector privado, con fines no lucrativos, de alcance nacional e internacional, con personalidad jurídica propia, integrado por:

- Productores de Tequila.
- Productores de Agave.
- Envasadores y Distribuidores.
- Gobierno Mexicano Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), D.G.N (Dirección General de Normas), SAGAR (Secretaría de Agricultura y Ganadería), SEDER (Secretaría de Desarrollo Rural), S.S (Secretaría de Salud), IMIP (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial) y PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor).

Los objetivos del CRT son:

- Normalizar, verificar y certificar la calidad de la bebida Tequila mediante el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-1994, Bebidas Alcohólicas-Tequila-Especificaciones y garantizar al consumidor la genuinidad del producto.
- Salvaguardar la denominación de origen de el Tequila, en México y en mercados internacionales. <sup>(70)</sup>

El CRT tiene registradas 87 empresas productoras de tequila y como productoras de agave siete organizaciones y 2000 afiliados en conjunto, pero dos de ellas concentran a la mayoría de los productores:

- La Confederación Nacional de Productores de Agave "El Barzón".
- La Unión Agrícola Regional de Productores de Mezcal Tequilero; esta última con 380 afiliados, que respalda el envío de tequila a granel hacia EUA y Bélgica. <sup>(12,15)</sup>

El CRT también puede actuar a nivel internacional, en Septiembre de 1997 abrió una Delegación en Madrid, España, cuatro meses después de que se firmara en Bruselas, Bélgica el acuerdo mediante el cual la Unión Europea se comprometía a reconocer y proteger la

Denominación de Origen del Tequila, el objetivo es garantizar que el tequila que esté presente en Europa sólo sea hecho en México y que cumpla con la Norma Oficial mexicana.<sup>(12,19)</sup>

### **1.2.8 Carga fiscal e impuestos**

Actualmente otro de los problemas que presenta la industria del Tequila es el pago de Impuesto Especial sobre Productos y Servicios (IEPS), aprobado por el Congreso el 1° de Enero del 2002; con el cual se da un gravamen de 60% a bebidas alcohólicas con más de 20° G.L, encareciendo 36% a el Tequila.

Este impuesto aunado al IVA, constituye a uno de los problemas que enfrentan los industriales de vinos y licores, debido a que se tiene el riesgo que el consumo de esta bebida se reduzca y los consumidores “migren” hacia otras bebidas más baratas.

Ante tal posición desfavorable para el Tequila, el Congreso aprobó un subsidio de 3 pesos por kilogramo de agave; siendo esta ayuda principalmente para el agricultor, pero no para el productor.<sup>(17,20,21,37)</sup>

## CAPÍTULO II

### Agave Tequilana Weber var *Azul* y otros Agaves

#### 2.1 Agave Tequilana Weber var *azul*.

El Género agave, significa "noble" en griego; fue descrito por Linneo en 1753, cuando describió la planta *Agave americana* como la primera especie de agave dada a conocer científicamente. El *Agave tequilana Weber var Azul*, recibió tal nombre alrededor de 1900 por el botánico Alemán de apellido Weber.

Usualmente confundidas con las cactáceas, las plantas de agave pertenecen a la familia *Agavaceae*; dicha familia incluye 20 géneros y cerca de 300 especies, de las cuales 200 se hallan en México (en la tabla A.1 del anexo se muestran las 80 principales variedades); resaltando por su importancia industrial a los siguientes tipos de agave:

*Agave fouchroydes*; que crece en el estado de Yucatán, su fibra es usada para la producción de cuerdas y su pulpa como alimento para animales.

*Agave salmiana* y *Agave atrovirens*; se emplean para la elaboración del Pulque (Bebida fermentada que carece de proceso alguno de destilación o pasteurización).

*Agave potatorum*, *Agave angustifolia*, *Agave karwinsii* y *Agave salmiana*; crecen principalmente en el estado de Oaxaca y a partir del cual se obtiene la bebida mezcal; también el se emplea para la elaboración de esta bebida.

*Agave Dasylirion wheeleri*; es el agave empleado para la obtención de sotol (bebida alcohólica similar al mezcal y tequila), es cultivado en los estados de Chihuahua y Durango<sup>(1,6, 25,26,72)</sup>.

**Tabla 2.** Descripción de la panta de *Agave Tequilana weber var. Azul*<sup>(22-26, 29, 30,72)</sup>.

Nombre común:	Mezcal
Planta:	Xerófila <sup>1</sup>
Tipo:	Fanerógama
Clase:	Monocotiledónea
Subclase:	Inferrovariáceas.
Familia:	Amarilidáceas <sup>2</sup>
Género:	Agave
Especie:	Agave Azul Tequilana Weber
Descripción:	Planta perenne
Raíz:	Fibrosa, con 20 a 30 cm de profundidad y de consistencia leñosa.
Tallo:	Gruoso, de forma cilíndrica y longitud corta, (Es la parte

<sup>1</sup> Planta del desierto con mecanismos de adaptación para condiciones de sequía

<sup>2</sup> El agave pertenece a la familia de los lirios, botánicamente conocido como amarilidácea

	comercialmente aprovechable, llamada “cabeza” o “piña”).
Inflorescencia:	Se inicia en la parte superior del tallo (en el ovario), madurece y florece sólo una vez en la vida.
Propagación:	Por medio de retoños o semillas.
Temporada de siembra:	De junio a septiembre; al realizarse en esta época, la planta no sufre de inundaciones durante la primera etapa de su desarrollo.
Cosecha:	No hay una temporada definida de cosecha; esto se realiza cada 7 o 9 años después de haberla plantado, antes de el inicio de su inflorescencia.
Habitos de Crecimiento:	Roseta, suculenta, de 1.25 a 1.5 metros de alto y 1.5 m de diámetro.
Hojas:	Las hojas son de 90 a 120 cm de longitud, ancho de 8-12 cm, color azul-verdoso, lanceoladas, acuminadas, cóncavas, con terminación de flecha y de base gruesa. Contienen denticillos con distancias de 3 a 6 mm entre ellos. Haciendo un corte transversal de la hoja, contiene fibras compuestas por agregados en forma de manojo, los cuales varían de 23-52 cm de longitud y 0.6-13 mm de ancho.
Cantidad de azúcares reductores (base húmeda).	27% p/p
Rendimiento promedio de la piña:	0.572 mL de jugo/g de piña
pH de su jugo:	4.5
Cantidad de plantas por hectárea, reportada en enero del 2002.	2500 a 2800 plantas.

### 2.1.2 Reproducción y propagación del *Agave tequilana Weber var azul*

Su reproducción tiene dos modalidades:

- **Reproducción sexual;** a través de las semillas la cual no es muy usual, se lleva a cabo cuando al final de la vida del agave aparece una inflorescencia, donde se encuentran las semillas del agave.
- **Reproducción asexual;** se desarrollan en las inflorescencias produciendo plantas pequeñas que se separan por sí mismas del pedúnculo floral y caen al suelo, en el cual enraizan. También se desarrolla un brote lateral en el tronco principal llamado “retoño”; estas plantas son llamadas “semillas de primera clase” y son separadas del tronco a los 3 años.<sup>(6-7,22-25)</sup>

**2.1.3 Metabolismo del *Agave tequilana* Weber var azul.**

El agave tequilero emplea un metabolismo llamado CAM (Metabolismo del Ácido Crasuláceo), el cual está documentado desde 1960 con *Agave Americana*.

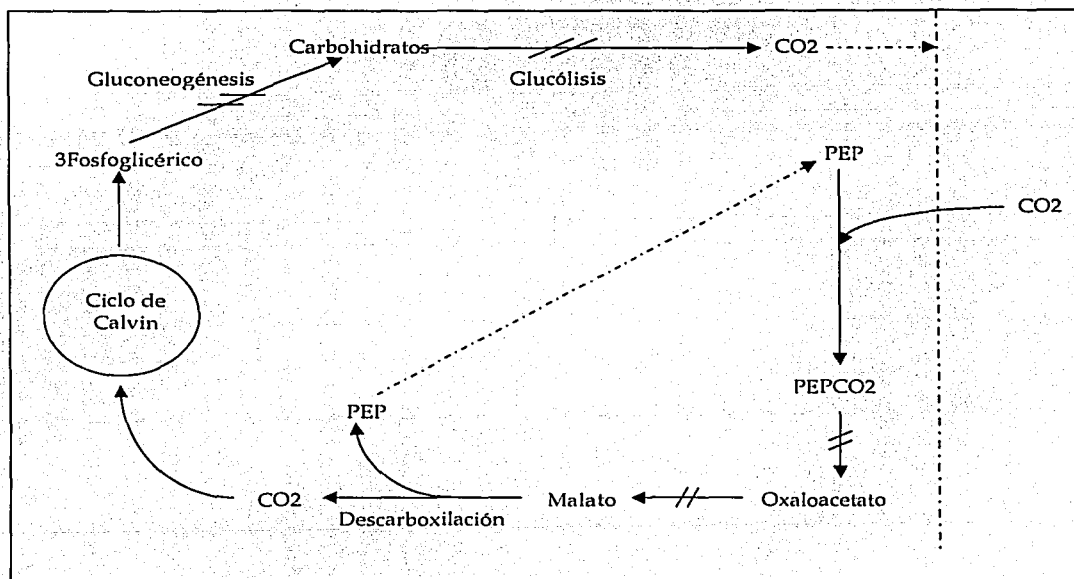
Las temperaturas nocturnas (donde ocurre la fase oscura de la fotosíntesis) son más importantes que las diurnas para la asimilación del CO<sub>2</sub>, se reporta que las temperaturas óptimas diurnas y nocturnas para dichos procesos son de 10 a 25°C y 10 a 16°C respectivamente; a temperaturas diurnas mayores a 28°C y nocturnas mayores a 20°C se tiene una disminución en la actividad fotosintética.

Las plantas con metabolismo CAM, el CO<sub>2</sub> es fijado por una molécula de fosfoenol piruvato originando una molécula de oxaloacetato (cuatro unidades de carbono). El oxaloacetato es convertido a malato (esto ocurre en las vacuolas de las células fotosintéticas), para después tener una descarboxilación enzimática, liberando fosfoenolpiruvato y CO<sub>2</sub> que es alimentado al ciclo de Calvin (Anexo, Figura A.1).

La razón de la formación de una molécula de malato como reserva en las vacuolas es como medida de protección en presencia de luz solar, esto debido a que el malato se rompe, incrementando la cantidad de CO<sub>2</sub>, lo que ocasiona el cerrado de los estomas de la planta y prevenir la fotorespiración que implica la oxidación de glúcidos hasta CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Esto permite a la planta mantener sus estomas cerrados para prevenirla también de una deshidratación.

En plantas reguladas con el proceso CAM, están influenciadas por temperatura, humedad atmosférica y salinidad. (25-28, 88,89,96,98)

**Figura 1.** Ejemplificación del Metabolismo del Ácido Crasuláceo.



Fuente: Park, S. Nobel 1998 (cita 88)

### 2.1.4 Cultivo de *Agave tequilana* Weber var azul.

El agave es plantado en líneas rectas, llamadas rutas, dejando una distancia una de otra de 2 a 4 metros. La siembra es realizada a mano, en hoyos de 15 a 20 cm de profundidad.

La fertilización del agave se realiza empleando: estiércol de ganado, urea como fuente de nitrógeno (aplicando directamente cantidades de 30 a 70 g por planta) y fosfato de potasio.

Al año de haber plantado el agave se realiza la "resiembra" que consiste en una inspección visual, con el objeto de reemplazar plantas enfermas o muertas por nuevas, lo cual se realiza con una frecuencia de 8 a 15%.

A partir de los 8 a 10 años se considera al agave como maduro y está listo para ser cosechado; en este periodo, presenta infloraciones (llamados quiotes, los cuales contienen semillas del agave), esto es señal del fin de la vida de la planta, por lo que es muy importante su cosecha antes de aparecer dicha infloración. La presencia del quiote, indica que en el agave esta ocurriendo la degradación de inulina (carbohidrato constituido de unidades de fructosa, a partir del cuál se obtiene mediante fermentación los alcoholes del tequila).

Las piñas cosechadas varían de tamaño de acuerdo al manejo de las plantaciones; una plantación normal, da piñas de 25 a 40 kg, siendo 30 Kg el promedio. Una plantación bien cuidada, da piñas de 40 a 100 kg, con un peso promedio que oscila de 60 a 90 kg. Se especula que estas variaciones son causadas por diferentes condiciones de suelo, como calidad de las plantas sembradas, lluvias, plagas y fertilización, aunque no se cuenta con un estudio que evalúe el peso de las piñas cosechadas controlando estas variables.<sup>(3,4-6,7,22,26,82,70,75)</sup>

### 2.1.5 Condiciones óptimas, subóptimas y marginales para el cultivo del *Agave tequilana* Weber var Azul.

Por otro lado se reporta un estudio para determinar las regiones óptimas, subóptimas y marginales para el cultivo del *Agave tequilana* Weber var. Azul en el estado de Jalisco. En este estudio se evaluó la respuesta fotosintética de las plantas afectadas por las variables: temperatura diurna y nocturna, como también la probabilidad en la ocurrencia de heladas (descenso de la temperatura menor a  $-7^{\circ}\text{C}$  al menos una vez al año). Dichas variables afectan la asimilación de  $\text{CO}_2$ ; el resultado de dicho estudio es una estratificación térmica de los municipios de Jalisco (Tabla 3) y por lo tanto se enfatiza el aprovechamiento de terrenos de cultivo considerados como óptimos<sup>(72)</sup>.

Por otro lado se reporta un estudio comparativo sobre los agaves maduros de misma edad de dos diferentes estados, Jalisco y Guanajuato, determinando como variables: Porcentaje de azúcares reductores totales (%ART) y grados brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) del jugo obtenido en fresco. Se obtiene de dicho estudio la no existencia de diferencias significativas entre éstas dos variables evaluadas; por lo tanto considerando dichos resultados, el lugar donde se cultiva el agave carece de influencia en calidad del mismo, siempre y cuando este dentro de las condiciones térmicas para su cultivo<sup>(71,72)</sup>.

**Tabla 3.** Condiciones y regiones óptimas, subóptimas y marginales para el cultivo del *Agave tequilana Weber var Azul* en el estado de Jalisco<sup>(70)</sup>.

Descripción	Regiones Óptimas	Regiones subóptimas	Regiones marginales
Altitud	1100 a 2800 m sobre el nivel del mar.	No reportado	No reportado
Temperatura diurna	15 a 25°C	10 a 15°C ó 25 a 35°C	<10 ó >35
Temperatura nocturna	10 a 16 °C	5 a 10°C ó 16 a 25°C	<5 ó > 25
Probabilidad de heladas menores o iguales a -7°C, (al menos un día durante el año).	< 0.1 %	----	> 0.1 %
Superficie del estado de Jalisco en hectáreas (ha)	1 729 512 ha	3 547 881 ha	2 747 024 ha
Municipios	Acatic, Arandas, Atotonilco, Ayotlán, Degollado, Jesús María, Tepatitlán, Unión de San Antonio, Villa Purificación, Yahualica, Bolaños, Colotlán, Chimaltitlán, Huejúcar, Huejuquilla, Mezquitic, San Martín de Bolaños, Santa María de Los Ángeles, Totatiche, Villa Guerrero, Cuquío, Ixtlahuacan del Río, Magdalena, Tala, Tlajomulco, Zapopan, Zapotlán, Zapotlanejo, Mascota, Quitupan, Amacueca, Atemajac de Brizuela, Atengo, Antenguillo, Atoyac, Chiquilistán, Concepción de Buenos Aires, Cuautla,	Tuxcueca, Tamazula, Tuxpan, Zapotitlán, Tolimán, Cuautitlán, Autlán, Tuxcacuesco, Ejutla, Unión de Tula, Ayutla, Talpa, Guachinango, Ameca, Tenamaxtlán, San Martín H., Cocula, Villa Corona, Acatlán, Etzatlán, Hostotipaquillo, Tequila, Amatitán, Poncitlán, Juanacatlán, Valle de Guadalupe, Mexxicacán.	Ahualulco, Arenal, Cabo Corrientes, Cañadas, Casimiro Castillo, Cihuatlán, Chapala, El Grullo, El limón, El salto, Encarnación de Díaz, Gómez Farías, Guadalajara, Ixtlahuacan de los Membrillos, Jalostotitlán, Jamay, Jilotlán de los Dolores, Juchitlán, La Barca, La Huerta, Lagosa de Moreno, Sta. María del Oro, Ocotlán, Ojuelos de Jalisco, Pihuamo, Puerto Vallarta, San Cristobal, San Diego, San Gabriel, San Juan de los Lagos, San

	Jocotepec, La Manzanilla, Mazamitla, Mixtlán, Sayula, Tapalpa, Techaluta, Tecolotlán, Teocuitatlán, Tizapán el Alto, Valle de Juárez, Venustiano Carranza Y Zacoalco.		Juanito, San Julián, San Marcos, San Miguel, San Sebastian, Tecalitlán, Teocaltiche, Teuchitlán, Tlaquepaque, Tomatlán, Tonalá, Tonaya, Tonila, Tototlán, Villa Hidalgo, Zapotiltic y Zapotlán el Grande.
--	--	--	--

**2.1.6 Problemas Fitosanitarios que Afectan el Cultivo del *Agave tequilana Weber var Azul***

Desde 1868 se tiene referencia de plagas que afectaron el cultivo del agave, en aquellos años se le llamó “gangrena del agave”, la sintomatología fue la descomposición de las raíces y de la “cabeza” o “piña”.

La situación del siglo pasado es similar a la situación actual, debido a que ahora se tiene una pudrición del agave, acompañado de una marchitez acelerada; se estima que de un 20 % a un 25% del agave cultivado presenta problemas fitosanitarios.

Del año 1998 al 2002, la superficie cultivada ha disminuido, debido al daño causado por plagas y enfermedades.

Para combatir dicho problema se tiene en marcha el Programa de Investigación Aplicada en el *Agave tequilana Weber var Azul*, con el apoyo del gobierno del estado de Jalisco, la Secretaría de Educación Pública (SEP) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) <sup>(19, 31-36, 75)</sup>.

En los estudios reportados, se ha identificado a microorganismos e insectos como a algunas de sus asociaciones (microorganismo-microorganismo, insecto-microorganismo e insecto-insecto) que afectan la calidad del agave tequilero, se enlistan en las tablas 4, 5 y 6.

La pudrición blanda de diferentes partes del *Agave tequilana Weber var. Azul*, es principalmente debida a microorganismos pectinolíticos que ocasionan debilitamiento y pudrición de la planta, (tabla 4).



**Tabla 4.** Principales microorganismos que afectan la calidad del cultivo del *Agave tequilana* Weber var. Azul <sup>(31-36,71,75)</sup>.

Responsable	Acción
<i>Erwinia carotovora</i>	Bacteria pectinolítica, gram (+), que presenta motilidad. Ocasiona ablandamiento y podredumbre del agave.
<i>Fusarium oxysporum</i>	Hongo pectinolítico, lipolítico, asociado a enfermedades de plantas; los insectos son los principales vectores de este hongo. Es productor de la micotoxina "Zearalenona", la cual se asocia de ser toxigénica y carcinogénica en animales y humanos. <i>Fusarium oxysporum</i> ocasiona la marchitez acelerada del agave, como la pudrición blanda del tallo y cogollo.
<i>Phyitium sp</i> y <i>Phytohthora sp.</i>	Hongos Pudrición blanda del tallo y cogollo.
<i>Diplodia theobromae</i>	Hongo. Daños en hojas del agave, perforación de tallos y hojas
<i>Colletotrichum agavae</i>	Hongo que ocasiona daños en hojas del agave, perforación de tallos y hojas
<i>Thielaviopsis sp</i>	Hongo pectinolítico, ocasiona debilitamiento, ennegrecimiento y de poco a nulo desarrollo de las raíces del agave. Ocasiona también el enrollamiento de las hojas y cambios de color de azul a gris.

Por otro lado se cuenta con diferentes tipos de insectos que perforan y ovopositan en zonas como raíz y tallo del agave, facilitando con estas perforaciones, el crecimiento de microorganismos que finalmente ocasionan la pudrición y marchitez, estableciéndose una relación entre insecto y microorganismo (tabla 5).

**Tabla 5.** Insectos que afectan la calidad del cultivo del *Agave tequilana* Weber var Azul. <sup>(31-33,35,36,71,75)</sup>

Tipo de insecto	Acción
Mariposas de la familia <i>Megathymidae</i> y <i>Prodoxiae</i>	Este tipo de mariposa, ovoposita sus larvas en el tallo y hojas del agave.
<i>Scyphophorus acupunctatus</i> Gyllenhal. (Coleoptero: Curculionidae) "Picudo del agave"	Ovoposita y produce perforaciones grandes en la piña del agave y está asociado con el "Escarabajo rinoceronte".
<i>Strategus aloeus</i> L. (Coleoptera: Scarabaeidae, Dynastinae) "Escarabajo rinoceronte"	Las larvas y los adultos de este insecto, producen perforaciones muy grandes en las piñas; se ha detectado en las regiones de los Altos de Jalisco.
<i>Pseudococcus sp</i> (Homoptera:	Tipo Insecto El ciclo biológico de este insecto requiere de 80 días para

Pseudococcidae) "Piojo harinoso"	llegar a la fase adulta a partir del huevo; en estado adulto el insecto sobrevive por tres meses en laboratorio. Insecticidas (en estudio)
<i>Caulotops agavis</i> Reuter (Hemiptera: Miridae) "Chinche del agave"	En estudio.
<i>Acutaspis agavis</i> (Homoptera Diaspidae) "Escama Armada"	En estudio
<i>Acentrocne</i> ( <i>Aegiale</i> ) <i>hesperiaris</i> "Gusano blanco"	Se les asocia con pudrición blanda de la piña (en estudio).

Comúnmente los Agaves son hospederos de insectos, que perforan los tallos, hojas y frutos para dejar sus larvas, dichos insectos son vectores de microorganismos como también los microorganismos proporcionan ambientes ideales para las larvas de los insectos. Las relaciones entre microorganismo e insecto se tienen poco estudiadas, pero se ha reportado la asociación de *Erwinia carotovora*, con *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, "Picudo del agave", (tabla 6).

**Tabla 6.** Relación entre microorganismo e insecto que afectan al cultivo del *Agave tequilana* Weber var Azul.<sup>(31-33)</sup>

Microorganismo	Insecto	Asociación
<i>Erwinia carotovora</i> Ocasiona ablandamiento y podredumbre del agave.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Scyphophorus acupunctatus</i> Gyllenhal. (Coleoptero: Curculionidae); "Picudo del agave"</li> <li>• <i>Strategus aloeus</i> L (Coleoptera: Scarabaeidae, Dynastinae) "Escarabajo rinoceronte"</li> </ul>	El picudo del agave usualmente ovoposita en partes infectadas con esta bacteria; además el picudo del agave y el escarabajo rinoceronte tienden a encontrarse asociados en las perforaciones de tallos en el agave.

### 2.1.7 Estrategias Biotecnológicas para la Reproducción y Cultivo del Agave tequilana Weber var. Azul.

Para solucionar los problemas principales de pudrición y secazón del agave, el Departamento de Botánica y Zoología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agropecuarias de Jalisco, propuso a la Fundación Produce A.C. y al programa SIMORELOS del Conacyt (en diciembre de 1996), el proyecto "Reserva Energética del Agave Tequilero y Propagación de Clones". El objetivo es formar un banco de plantas seleccionadas o mejoradas genéticamente, que muestren resistencia a estas enfermedades y finalmente clonarlas y llevarlas al campo.

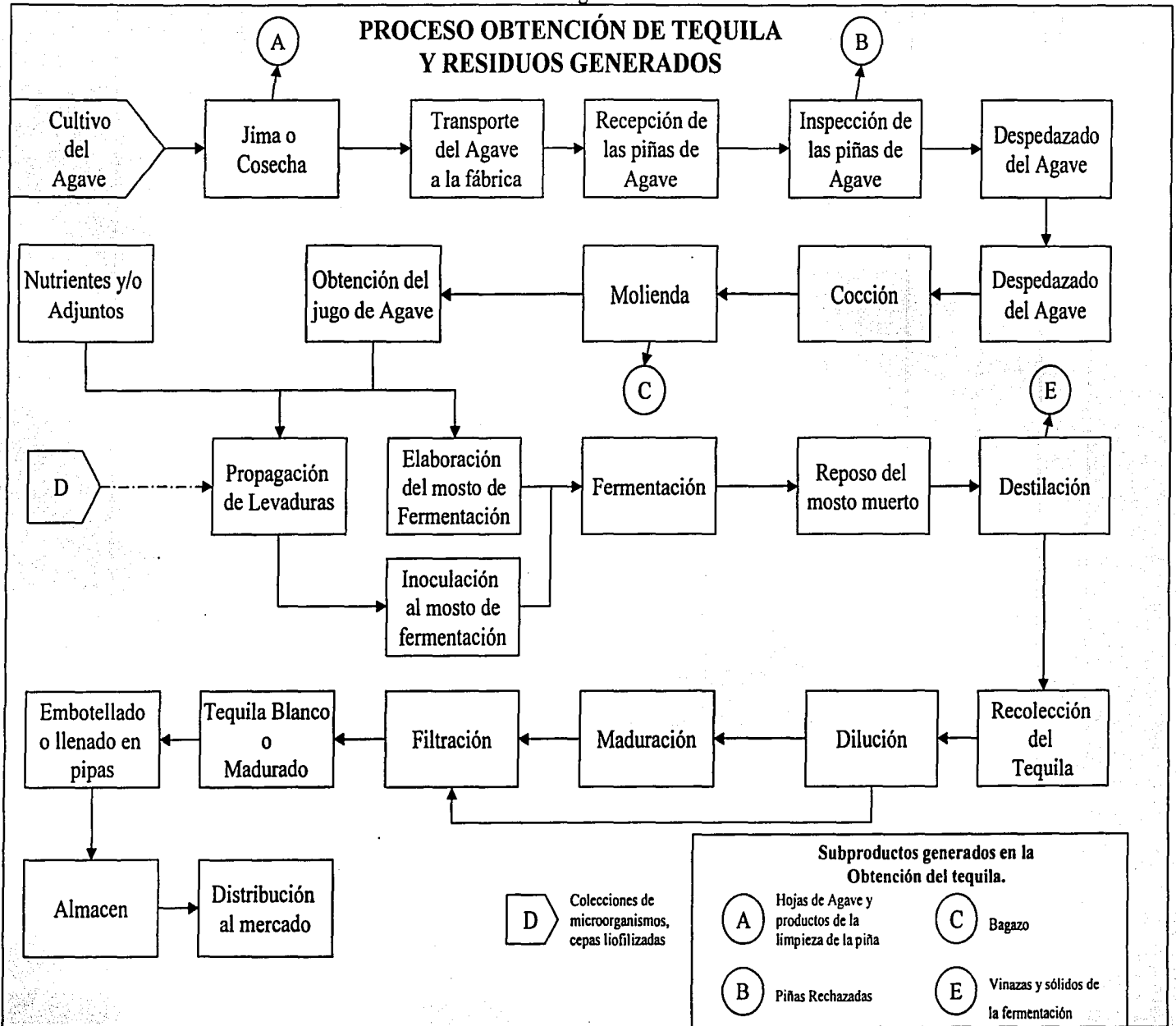
Con esta iniciativa, se pretende una disminución de pérdidas por ataque de enfermedades, lo cual repercute en costos de producción y calidad de las cosechas. <sup>(12,29,33-36,71-75)</sup>

Las plantas de agave son seleccionadas, basandose en criterios de tiempo de maduración, tamaño de la planta, peso de la piña y contenido de azúcares para posteriormente ser clonadas para obtener un organismo con material genético idéntico al de la célula o especie donadora; las técnicas de clonación en cultivos ofrecen tanto ventajas como desventajas, las cuales se reportan a continuación (tabla 7).

**Tabla 7.** Ventajas y Desventajas de la clonación de plantas de *Agave tequilana Weber var. Azul* <sup>(33-36,71,75)</sup>

Ventajas	Desventajas
Las plantas clonadas, usualmente son más resistentes a plagas.	Costo e inversión para la obtención de plantas clonadas listas a ser plantadas.
Las plantas clonadas alcanzan un periodo de cosecha a una edad más temprana. Se reporta que después de tres años, el agave clonado duplica su tamaño con respecto a plantas de agavecontrol y producen en promedio 81 hojas por planta, mientras que las plantas control producen 60 hojas en promedio.	
Se reportan pesos de 150 kg de la cabeza o piña de plantas clonadas, mientras que el peso una piña de planta control oscila entre 60 y 90 Kg	Al tener en el campo plantas clonadas, se corre el riesgo que al enfermar una, enfermen todas las demás, debido a la nula variabilidad genética de estas plantas.
Se reporta una sobreproducción de retoños (o semillas) en un 300%; por lo tanto se puede seleccionar y emplear este material como "élite" para ser replantado, llenando el cultivo de una manera más rápida.	
Se obtienen plantas homogéneas morfológica y fisiológicamente; con lo cual se puede sincronizar su crecimiento y su cosecha.	
Pueden emplearse como cinturones para prevenir y controlar la extensión de enfermedades en el campo.	

Figura 2



## CAPÍTULO III

### Producción y Elaboración del Tequila

#### 3.1 Producción y Elaboración del Tequila.

El proceso para la elaboración de tequila tiene las siguientes etapas: jima, hidrólisis, extracción, fermentación, destilación, maduración (en su caso) y envasado. Dichas etapas quedan ejemplificadas en la figura 2 (página 22) y reguladas mediante la NOM-006-SCFI-1994, Bebidas Alcoholicas-Tequila-Especificaciones (Anexo II), que fue actualizada y publicada en 1997 en el Diario Oficial de la Federación.

Las variaciones dentro de las etapas del proceso y materia prima empleada para la obtención del tequila, como: proporción del agave, adjuntos, proceso de producción, microorganismos empleados durante la fermentación, equipo empleado para la destilación como también material y condiciones de maduración y añejamiento, confieren características distintivas al producto obtenido. <sup>(6,39,70)</sup>

#### 3.1.1 Jima o Cosecha

Al agave seleccionado como maduro, se le cortan las hojas desde la base de la planta; a este procedimiento se le llama "jima"; se realiza con una barreta de metal con una punta semicircular cortante, llamada "coa". El producto principal dentro de este proceso es la parte central de la planta llamada "piña", cuyo peso oscila desde 25 a 60Kg y es ahí donde se concentra la mayor cantidad de carbohidratos (inulina).

Los subproductos obtenidos son: hojas del agave y material obtenido del pulido de la piña (bases de las hojas). El empleo de estos subproductos se citan en la sección 3.2.1 y 3.2.2

La "jima" ó "jimado" es realizada en cualquier época del año. Las piñas jimadas son transportadas del campo a las industrias tequileras. <sup>(3,7)</sup>



Figura 3. Jimado del agave empleando una "coa".

### 3.1.2 Recepción de Agave.

Durante la recepción del agave se controla su calidad, discriminando primero a las piñas deterioradas por plagas; posteriormente a la piña se le determina el porcentaje de azúcares reductores totales (%ART) referidos a glucosa y fructosa. Se castiga el precio del kilogramo de agave cuando el % ART está por debajo del 25% (aunque no se reportó para este estudio alguna tabla que especifique el precio del kilogramo de agave según su cantidad en % ART, ni el organismo o entidad que las emite); la calidad de las piñas es ideal cuando se presentan porcentajes del 25 al 30% de ART.<sup>(70)</sup>

El agave debe cumplir con los requisitos de la NOM-006-SCFI-1994, Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones (Anexo II, secciones 4.2, 6.2, 8.3 al 8.3.1.2), pero dicha norma no hace referencia a la cantidad de azúcares reductores totales, como criterio de calidad en el agave tequilero.<sup>(6,7,22,23,38)</sup>

### 3.1.3 Recepción de Adjuntos.

Para la producción de tequila 100% agave, la única fuente de carbohidratos es la inulina proveniente del agave.

Para tequilas que no son 100% de agave, las leyes permiten el uso de hasta un 49% en peso de otros de carbohidratos (adjuntos) en la formulación del mosto (Anexo II, sección 6.2 y 6.3). En teoría cualquier tipo de azúcar fermentable por las levaduras puede emplearse para la formulación del mosto (Tabla 8).

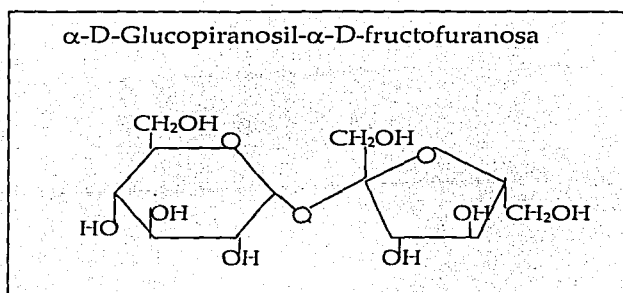
**Tabla 8.** Elaboración de Tequila y Tequila 100% de Agave<sup>(6)</sup>.

	<b>Elaboración de Tequila 100% de Agave</b>	<b>Elaboración de Tequila mixto</b>
<b>Tipo de Adjunto a elaborar el mosto de fermentación.</b>	Se debe emplear sólo <i>Agave tequilana Weber var. Azul</i>	Un 51% debe ser <i>Agave Tequilana Weber var Azul</i> y el 59% restante son uno o mezclas de otros carbohidratos.

En la práctica y desde un punto de vista económico, solamente cinco fuentes de carbohidrato son empleadas:

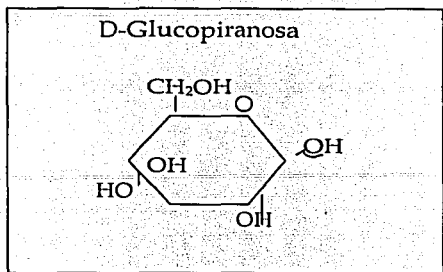
1. Azúcar de caña o sacarosa (figura 4); que es recibida y almacenada usualmente en paquetes de 50 Kg, para después ser utilizada.
2. Piloncillo, el cual consiste en conos color café constituidos de jugo de caña cristalizado el cual contiene sacarosa; este producto es muy impuro, son empacados en sacos.
3. Melazas de caña, consiste en jugo de caña sin cristalizar, que contiene sacarosa; en su manejo tiene un riesgo muy alto de contaminación microbiana.
4. Jarabe de maíz; polímeros de amilosa y amilopectina hidrolizados de forma ácida o enzimáticamente, dejando libres monómeros de D-glucosa y D-fructosa (figuras 5 y 6).
5. Inulina; es un polímero formado de 20 a 60 unidades de fructosa con una molécula de glucosa terminal (PM= 5000), las moléculas de fructosa están conectadas mediante uniones fructosil-fructosa en posición  $\beta$ -(2-1), figura 7; la última fructosa está unida con una glucosa por medio de uniones en posición  $\alpha$ -(1-2), figura 8. La inulina no es directamente fermentable, pero se transforma en fructosa y glucosa por hidrólisis ácida durante la cocción. Se reporta que la inulina se solubiliza a temperaturas medias (50°C en adelante) y se hidroliza a temperaturas mayores de 80°C, lo cual se favorece al ajustar el pH del medio de hidrólisis hacia valores de cuatro o menores<sup>(85,87)</sup>.

**Figura 4.** Sacarosa.



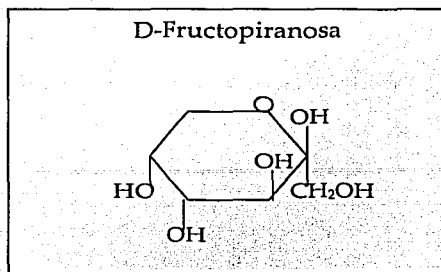
Fuente: Fennema 1993.

**Figura 5. D-glucosa.**



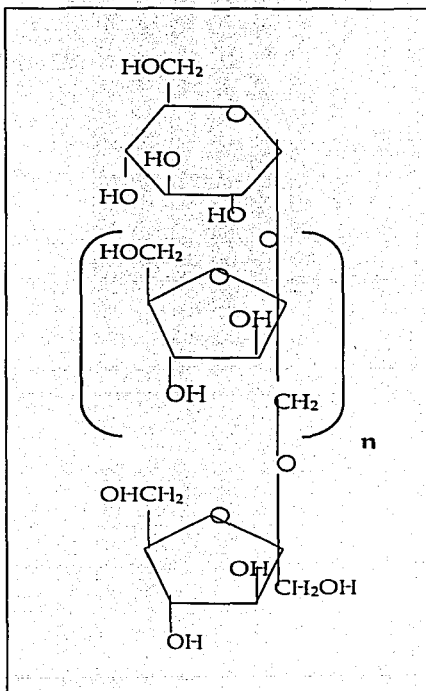
Fuente: Fennema 1993

**Figura 6. D-fructosa.**



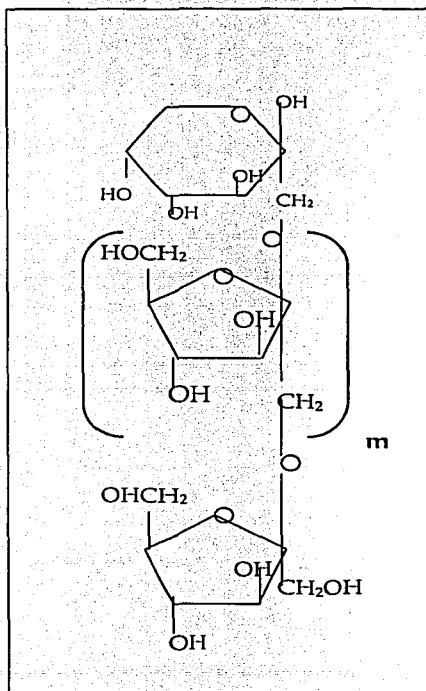
Fuente: Fennema 1993

**Figura 7. Estructura química de la inulina con glucosa terminal y grado de polimerización n.**



Fuente: Y. Kim (2001) cit 85.

**Figura 8. Estructura química de la inulina con fructosa terminal y grado de polimerización m.**



Fuente: Y. Kim (2001) cit 85.



A las diversas fuentes de carbohidrato a emplearse en la formulación del mosto, se les analiza: sólidos totales y porcentaje de azúcares reductores totales (%ART).<sup>(6,38,85,87,95,97,98)</sup>

**3.1.4 Despedazado del Agave.**

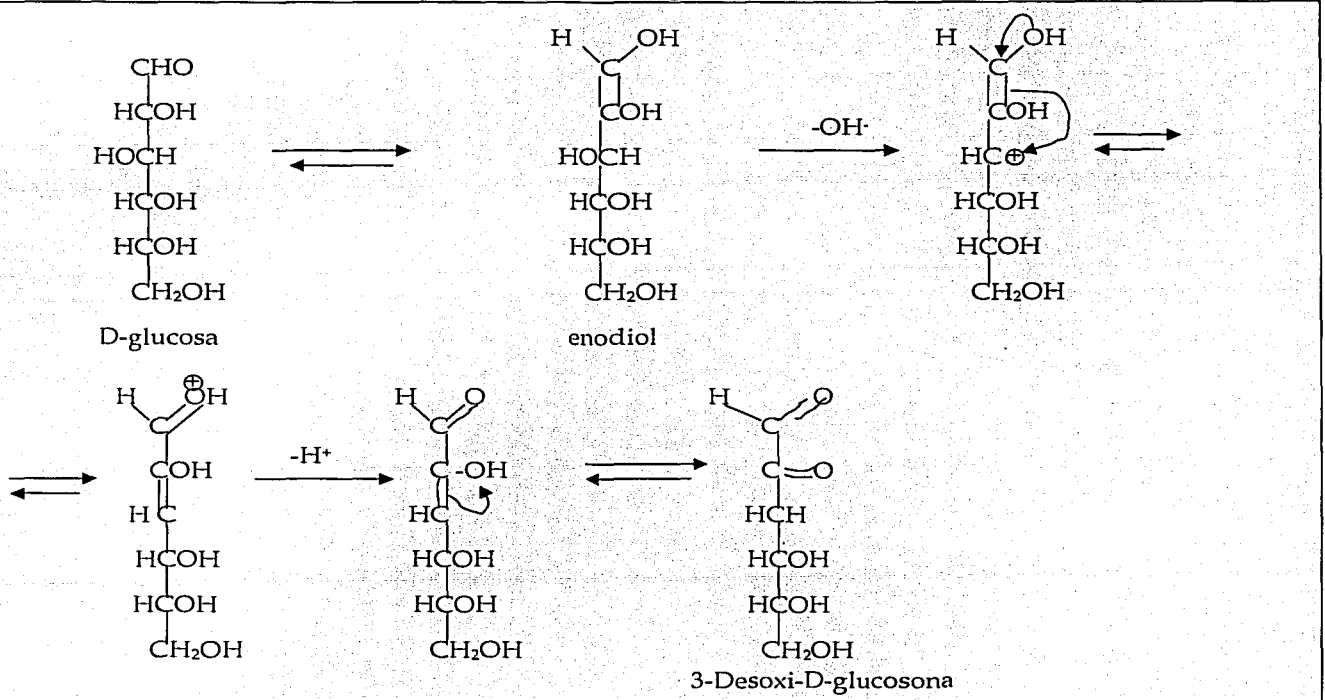
El despedazado del agave antes del cocimiento es opcional; en dado caso de realizarse, se utilizan diferentes sistemas de cortado, como es el despedazado por medio de “ejes” (el más polpular), y el despedazado manual (empleando hachas, machetes y cuchillos). Después de realizado esto las piezas son humedecidas y colocadas en una autoclave.<sup>(3,6.)</sup>

**3.1.5 Cocimiento.**

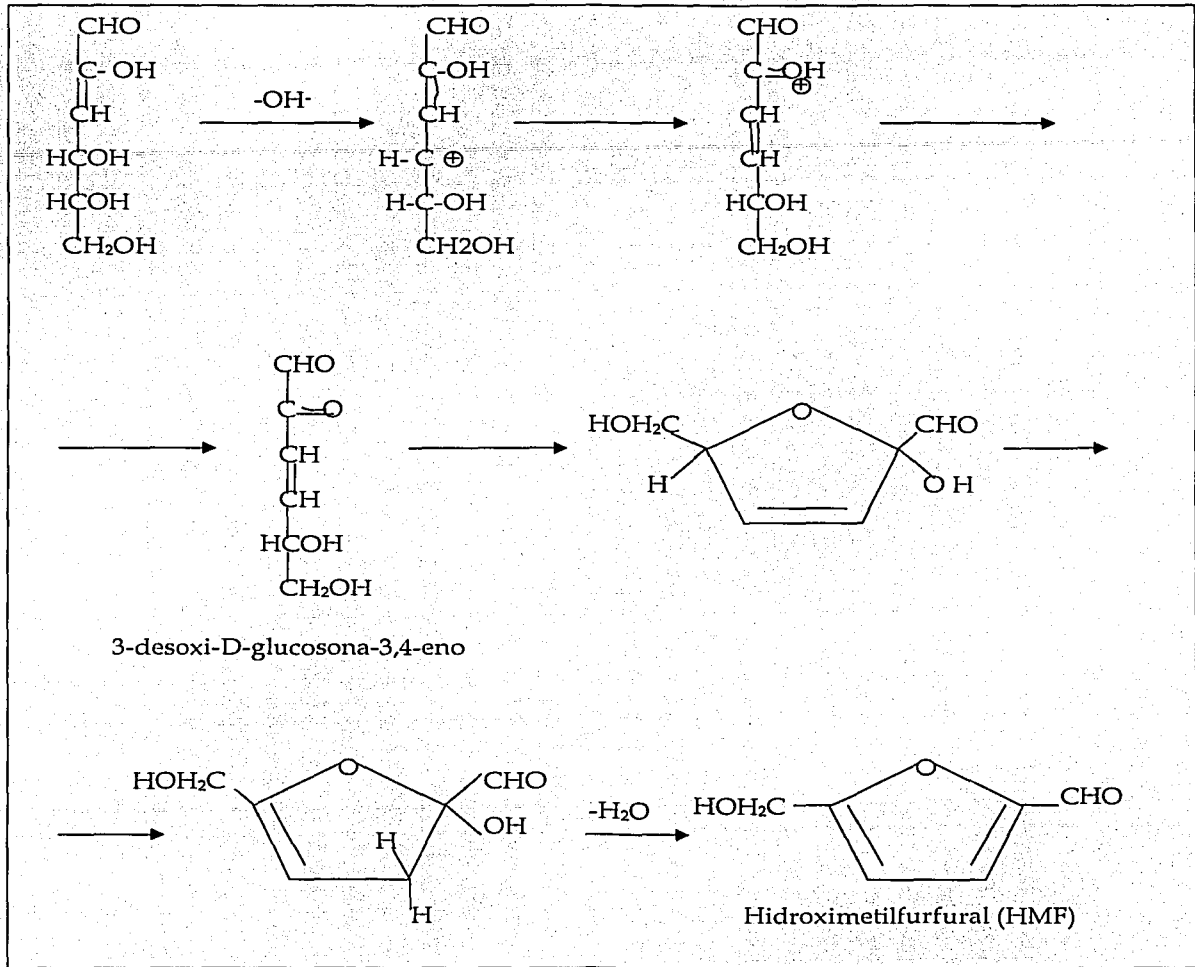
El cocimiento del agave tiene tres propósitos:

- Hidrólisis y solubilización de la inulina: Esto ocurre con pH igual a 4.5, que junto con el efecto de la alta temperatura ocasiona la hidrólisis y la solubilización de esta; la reacción de hidrólisis queda ejemplificada en la figura 8.
- Producción de aromas y sabores del tequila: Esto debido a carbohidratos que son degradados térmicamente mediante reacciones de caramelización principalmente (Figura 9 y 10).
- Facilitación en operaciones de molienda: Finalmente el cocimiento del agave da como resultado una consistencia suave y manejable para sus operaciones unitarias.

**Figura 9.** Deshidratación de D-glucosa para dar lugar a 3-desoxi- D-glucosona.



**Figura 10.** Formación a partir de la forma enólica de 3-desoxi-D-glucosona de 3-desoxi-D-glucosona-3,4-eno y su deshidratación para formar hidroximetil furfural.



Fuente: Fennema 1993.

El cocimiento es un punto crítico de control del proceso, el cual se realiza de 90°C a 121°C y un valor de pH igual a 4.5 (dado por el jugo del agave); bajo estas circunstancias se generan compuestos no deseables como: enoles, furfurales e hidroximetil furfural (tabla 9). En esta etapa se debe controlar las variables: tiempo de cocimiento, temperatura y presión del sistema, esto último en el caso de realizarse el cocimiento en autoclaves.<sup>(3,6)</sup>

**Tabla 9.** Productos de reacción generados a diferentes horas durante el cocimiento del agave en hornos de ladrillo.<sup>(41, 70)</sup>

Productos obtenidos durante el cocimiento.	Tiempo de cocción (en horas). Nivel máximo del compuesto.
5-Hidroximetilfurfural (5-HMF)	12 Horas.
Ácido 2-Furoico metil ester	8 Horas.
Alcohol Furfurilico	8 Horas.
Ácido 3-Furoico	8 Horas.
2-(5H)-Furanona	8 Horas.
5-Acetoximetil-2-furfural	8 Horas.
1,2-Dihidrometil-3,6-pirazinadiona	8 Horas.
3-5-Dihidroxi-2-metil-4(H)-piran-4-ona	8 Horas.
6-Metil-3-(2H)-piridazinona	8 Horas.
2,3-Dihidro-3,5-dihidroxi-6-metil-4(H)-piran-4-ona	8 Horas.

Durante el cocimiento, también son generados esterres etílicos de alanina; los compuestos citados en la tabla 9, muestran su nivel máximo a las 8 horas; posteriormente decrece su concentración, excepto por el 5-HMF, el cual alcanza su máxima concentración a las 12 horas de cocción y tiende a mantenerse constante durante el resto del proceso.<sup>(40,42)</sup>

### 3.1.6 Tipos de cocimiento

Se conocen dos principales tipos de cocimiento: Cocimiento en húmedo y cocimiento en seco.

- **Cocimiento en húmedo**, puede ser realizado de manera tradicional en hornos de ladrillo o autoclaves.
- **Cocimiento en hornos de ladrillo**; (artesanal), permanecen las piñas durante 36 a 48 horas, en el cual se inyecta vapor hasta alcanzar una temperatura de 100°C, se apaga la inyección de vapor y el agave es dejado en el horno por 2 días (hasta que su cocción se completa). En este proceso se obtiene un subproducto llamado “mieles de cocimiento”, con una concentración aproximada al 10% peso/volumen en azúcares reductores, las cuales son empleadas en la formulación del mosto.
- **Cocimiento en autoclaves**; las piñas permanecen de 8 a 12 horas bajo una temperatura de 121°C y una presión de 1.2 Kg/cm<sup>2</sup>; el proceso inicia con un precocimiento del agave en la autoclave que dura de 2 a 4 horas, aquí el vapor se inyecta por una hora y los líquidos de condensación lavan y lixivian ceras de la cutícula del agave, a este líquido se le llama “mieles amargas”; una vez eliminadas, el vapor se inyecta por 6 horas adicionales hasta completar las 8 o 12 horas de cocimiento. El resultado es una miel con una concentración

aproximada al 10% peso/ volumen de azúcares reductores, la cual es empleada para la formulación del mosto.

Actualmente algunas destilerías realizan el cocimiento del agave, tanto en autoclaves como en hornos de ladrillo, empleando este último proceso para tequilas de mejores características sensoriales.

La principal ventaja del empleo de autoclaves de acero es tener control de la temperatura y la presión durante todo el proceso. Además el cocimiento en autoclaves es uno de los procedimientos actuales más empleados por la industria tequilera.<sup>(6,7,70)</sup>

- **Cocimiento en seco:** Consiste en una hidrólisis en horno, aquí el agua (elemento de la reacción) es limitante y el oxígeno (abundante) el cual interacciona rápidamente con los azúcares, generando compuestos de oxidación y caramelización. Un ejemplo de este tipo de cocimiento, es el realizado en tiempos prehispánicos, donde la cocción se llevaba a cabo en hoyos cubiertos de piedra (lugar dónde se colocaba el agave) y se empleaba leña como combustible.<sup>(7)</sup>

### 3.1.7 Molienda.

Después del cocimiento se realiza la molienda, que tiene tres variantes:

- **Prensado con mazos,** la cual se realiza con maderos o mazos de acero para extraer el jugo.
- **Prensado en molino,** se realiza empleando un molino rudimentario constituido por una piedra de forma circular (1.3 m de diámetro y 50 cm de ancho), la cual al girar alrededor de un tipo piscina circular, extrae el jugo del agave recién cocido. Dicho jugo se recolecta a mano empleando vasijas de madera y llevado a los tanques de fermentación.
- **Destrozado y molienda,** se realiza empleando cortadoras en donde al agave cocido pasa y es destrozado y prensado, realizando un lavado de este al mismo tiempo con la finalidad de extraer sus azúcares; este proceso tiene similitud con el realizado por la industria de caña. Esta última variante de la molienda es comúnmente la más empleada, en esta se extraen los azúcares solubilizados del agave tratado térmicamente y son separados en jugo y bagazo. La eficiencia de este proceso se calcula determinando la cantidad de azúcares residuales del bagazo, los cuales deben ser menores al 5%. El jugo obtenido en este paso tiene 12% de azúcares reductores.

Las operaciones unitarias y los productos obtenidos, se resumen en la tabla 10.

**Tabla 10.** Comparación de productos obtenidos durante la cocción y la molienda del agave.

Operación unitaria	Producto obtenido	Concentración en porcentaje (peso/peso) azúcares reductores
Cocimiento en autoclaves	"Mieles de cocimiento"	10
Cocimiento en hornos de ladrillo	"Mieles de cocimiento"	10
Molienda del agave	Jugo proveniente de agave cocido y exprimido.	12

El porcentaje del jugo obtenido durante la molienda, es mayor a las “mieles de cocimiento” (con un contenido de 10% de azúcares reductores) debido a que estas últimas escurren durante la cocción y no son exprimidas de la piña del agave.<sup>(6,7)</sup>

### 3.1.8 Formulación del mosto de fermentación

En su formulación se requiere asegurar condiciones óptimas para el crecimiento de levaduras (principalmente *Saccharomyces cerevisiae*) y la obtención de etanol a partir de la fermentación de azúcares; lo cual requiere fuentes de carbono, nitrógeno, azufre, fósforo, vitaminas y oligoelementos; así como valores de pH ácidos. Por otro lado la formulación del mosto, debe cumplir con aspectos de la NOM (Anexo II, sección 4.17).

- Fuente de Carbono

La fuente de carbono es principalmente el jugo obtenido de la molienda del agave y las mieles de cocimiento, secundariamente los adjuntos. En las tinas de modulación, mediante la adición de adjuntos (hasta un 49%) se ajusta de 10 a 20°Bx (para un tequila mixto, 51% Agave) o diluyendo con agua las mieles de cocimiento y el jugo de agave cocido y exprimido de 4 a 5°Bx (para un tequila 100% de agave).<sup>(3,6,7)</sup>

- Fuentes de Nitrógeno, Azufre y Fósforo.

El mosto de fermentación se enriquece con: urea, sulfato de amonio, fosfato de amonio o sulfato de magnesio con las siguientes especificaciones:

Urea, cantidad mínima de nitrógeno total 46%, humedad máxima del 0.7%.

Sulfato de amonio; debe ser libre de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) teniendo como un máximo el 0.5%, cantidad máxima de metales pesados ( reportados como Pb y As) 30 ppm; humedad máxima 0.5%, cantidad mínima de nitrógeno 21%.

Para el sulfato de magnesio y el fosfato de amonio, no se reportan especificaciones.<sup>(6,70)</sup>

- Vitaminas y oligoelementos

Las levaduras (principalmente *Saccharomyces cerevisiae*) varían ampliamente en sus requerimientos de vitaminas, pero no se cuenta con un reporte sobre sus necesidades en este aspecto en el mosto de fermentación para la obtención de tequila.

- Ajuste del pH en el medio de cultivo

Se continúa manteniendo el pH a un valor de 4.5, esto ocasiona la creación de un medio selectivo para el desarrollo de levaduras (la actividad fermentativa óptima de *Saccharomyces cerevisiae*, se encuentra en el rango de pH de 3 a 4.5 y su desarrollo normal a valores de 3 a 6); además el valor de pH del medio durante la fermentación, afecta la formación de subproductos, reportándose que a valores de pH entre 5 y 6, incrementan la formación de glicerol.<sup>(3,6,7,80)</sup>

### 3.1.9 Levaduras.

Las levaduras que llevan a cabo la fermentación, provienen principalmente de dos fuentes: Levaduras aisladas de fermentaciones previas que son utilizadas como inóculo iniciador (sección 3.1.9.1) y levaduras y microorganismos existentes en una fermentación natural; esta última práctica se realiza aproximadamente en un 50% de las fermentaciones (sección 3.1.9.2).

#### 3.1.9.1 Levaduras aisladas de fermentaciones previas como inóculo iniciador.

El empleo del inóculo es clave, ya que a partir de este depende en buena medida el rendimiento del proceso y la calidad del producto. La elección de la cepa de levadura a emplear, repercute en la producción de alcoholes de alto peso molecular (alcoholes de Fusel), los cuales son favorables para la obtención de tequila.

En la industria se pueden tener diferentes fuentes de la cepa *Saccharomyces cerevisiae* y de otros microorganismos involucrados durante la fermentación, las cuales como principales son:

- Cepas puras de colección.
- Cepas propias de la destilería o cultivos mixtos.
- Levaduras de panificación con características de alta leudación.
- Levaduras secas preparadas para vino, cerveza y whisky.

El tequila obtenido empleando estas dos últimas levaduras, no es satisfactorio, debido a que se tienen grandes variaciones en sabor y aroma.

En cuanto a las dos primeras (cepas puras de colección y cepas propias de la destilería o cultivos mixtos), algunas compañías para obtener altos rendimientos y mantener una calidad constante del tequila, han empleado cultivos aislados de fermentaciones naturales; dichas cepas son conservadas en agar inclinado o en forma liofilizada o en forma congelada en nitrógeno líquido; toda conservación está dada bajo condiciones asépticas. Se reporta que el Departamento de Cultivos de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV-IPN, ubicado en la Ciudad de México, contiene una importante cantidad de cepas empleadas para la fermentación y obtención del tequila.<sup>(6,7,43,45)</sup>

#### 3.1.9.2 Levaduras y microorganismos existentes en una fermentación natural.

Para la elaboración del tequila, se ha identificado en una fermentación natural, las siguientes levaduras y las fuentes de donde se han aislado; en este tipo de fermentación el inóculo es el resultado de la contaminación cruzada a través de las diferentes etapas del proceso (tabla 11).

**Tabla 11.** Levaduras y Microorganismos existentes en una fermentación natural (reportadas como existentes durante la elaboración de tequila Herradura)<sup>(48)</sup>.

Fuente	Tipos de microorganismos aislados
Agave fresco	Microbiota dominada por <i>Clavispora lusitaniae</i> y <i>Metschnikowia agaveae</i>
Levaduras típicas de frutas que se asocian a los alrededores de las destilerías.	<i>Hanseniaspora spp.</i> , <i>Pichia kluyveri</i> y <i>Candida krusei</i>
Melazas	Comunmente <i>Schizosaccharomyces pombe</i>
Agave cocido y mieles	Diversidad de especies dominadas por

	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Mieles de fermentación	<i>Torula delbrueckii</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Hanseniaspora spp.</i> , <i>Zygosaccharomyces bailii</i> , <i>Candida milleri</i> , <i>Brettanomyces spp.</i> ; <i>Pichia membranaefaciens</i> y <i>Saccharomyces cereviceae</i>

Durante la fermentación natural, se va teniendo una reducción en la heterogeneidad de los microorganismos involucrados, dando paso de manera progresiva al desarrollo de las especies *Saccharomyces cereviseae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Candida milleri*, y *Brettanomyces spp.* <sup>(6,49)</sup>

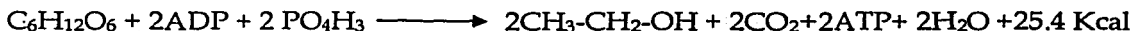
### 3.1.9.3 Propagación del inóculo e inoculación.

La propagación del inóculo en el laboratorio, es llevada a cabo en condiciones asépticas empleando un medio de cultivo con la misma composición que el mosto de fermentación; este se somete a aireación continua para producción de biomasa ( $2$  a  $3 \times 10^8$  en ufc/mL es el objetivo en el inóculo). Se emplea una relación del 5 al 10% de inóculo sobre tanques de fermentación cuya capacidad varía de 12 a 150 m<sup>3</sup>.<sup>(7)</sup>

### 3.1.10 Fermentación, obtención de etanol.

La fermentación es un proceso biológico anaeróbico donde los azúcares simples (glucosa y fructosa) son metabolizados hacia la ruta Embden-Meyerhof Parnas (EMP) en la cual por cada molécula de glucosa se obtienen dos moléculas de piruvato, que es transformado a acetaldehído y etanol (balance general de la glucólisis, figura 11). La producción de etanol inicia durante las primeras horas de la cinética de fermentación, terminando junto con el crecimiento de los microorganismos.

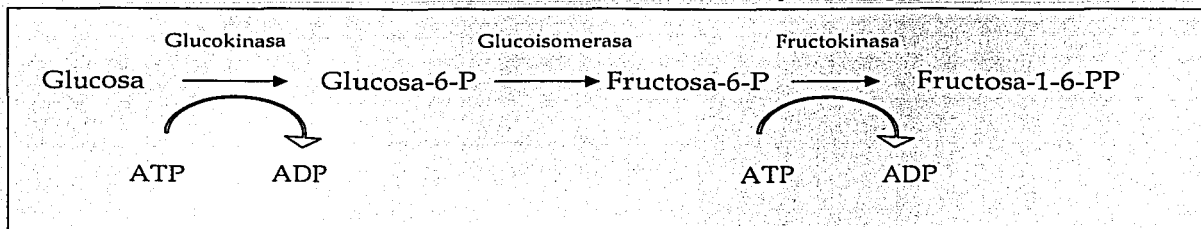
Figura 11. Balance general de la glucólisis.



La glucólisis puede dividirse en tres etapas:

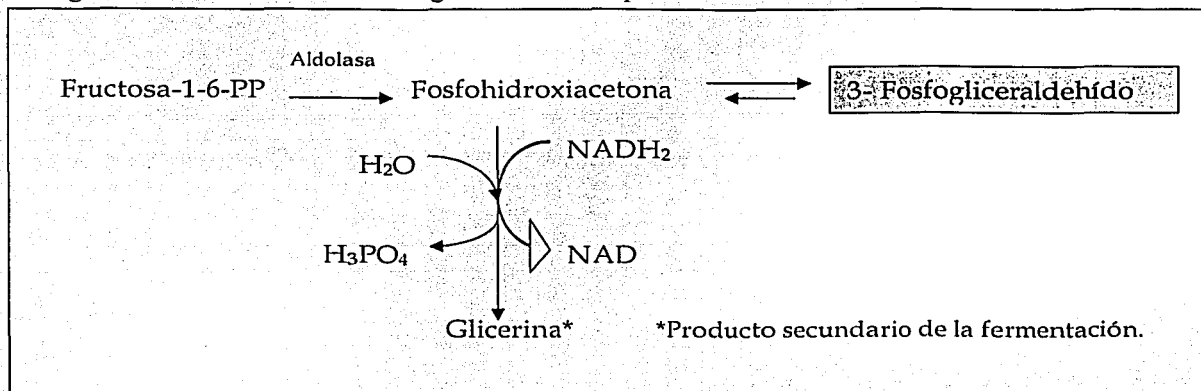
- Primera etapa: Formación del gliceraldehído 3-fosfato; permite transformar la glucosa en ácido pirúvico. Esto es mediante la formación de ésteres de los azúcares: glucosa o fructosa, formación de la molécula fructosa-1-6-difosfato (figura 12), en dos triosas isómeras 3-fosfogliceraldehído y fosfohidroxiacetona (figura 13).

**Figura 12.** Formación de la molécula fructosa-1-6-difosfato a partir de glucosa.<sup>(27)</sup>



Fuente: Harper 1994

**Figura 13.** Formación de 3-fosfogliceraldehído a partir de fructosa-1-6-difosfato.<sup>(27)</sup>

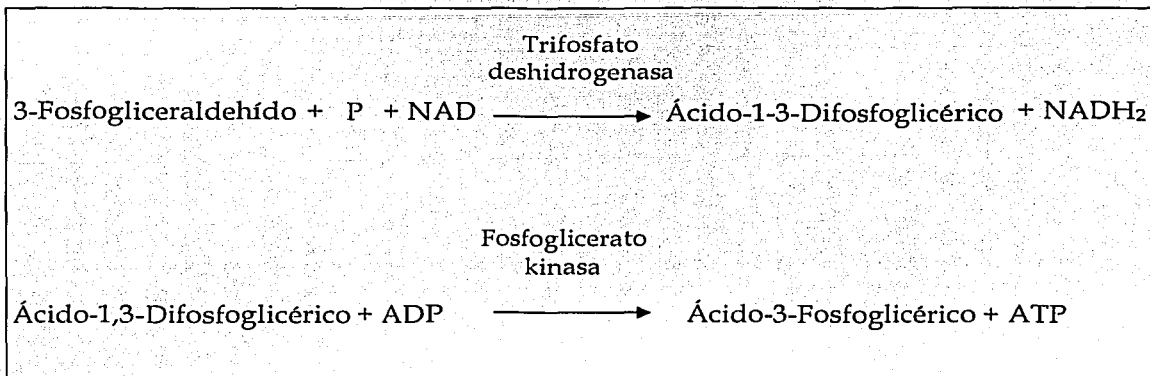


Fuente: Harper 1994



- **Segunda etapa:** Reacción de oxidación-reducción, donde se producen enlaces fosfato de alta energía en forma de ATP y se forman dos moléculas de piruvato. El equilibrio de la fosfohidroxiacetona y el 3-fosfogliceraldehído, está desplazado a la obtención del 3-Fosfogliceraldehído, el cual se transforma mediante una reacción de dos etapas en ácido 3-fosfoglicérico (figura 14).

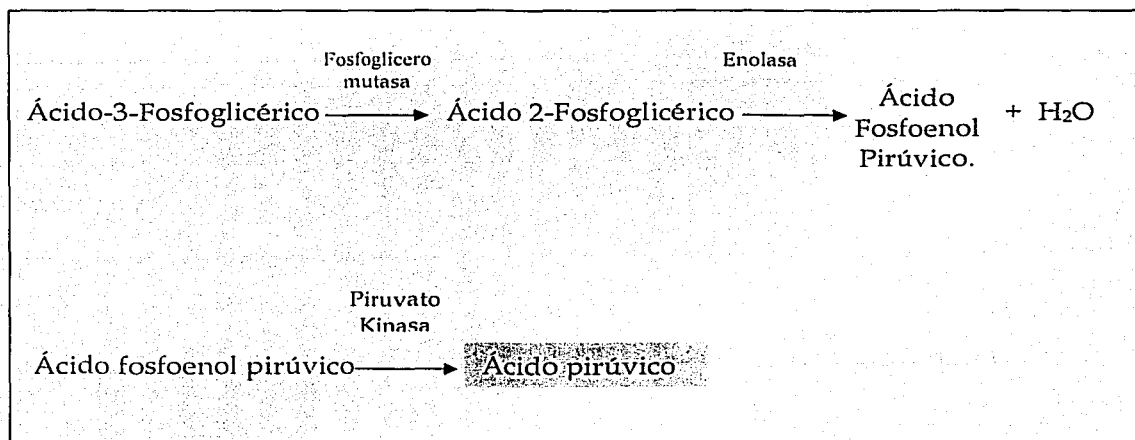
**Figura 14.** Formación de ácido 3-fosfoglicérico y ATP a partir de 3-fosfogliceraldehído.<sup>(27)</sup>



Fuente: Harper 1994

El paso del ácido 3-fosfoglicérico a ácido 2-fosfoglicérico, por transferencia del fosfato c-3 al c-2 (fosfogliceromutasa), y la pérdida de una molécula de este último, conduce a la formación del ácido fosfoenol pirúvico, que la piruvato kinasa transforma en piruvato (último paso de la glicólisis, figura 15), con formación de dos moléculas de ATP.

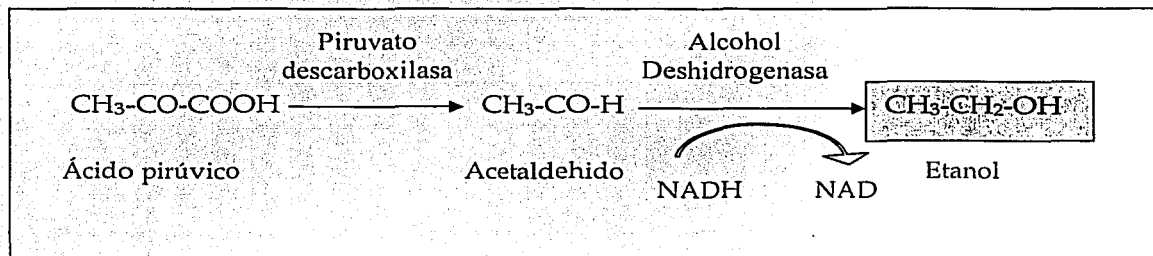
**Figura 15.** Formación de Ácido pirúvico a partir del ácido 3-fosfoglicérico.<sup>(27)</sup>



Fuente: Harper 1994

- **Tercera etapa:** (fermentación), el ácido pirúvico es descarboxilado (por medio de la piruvato descarboxilasa, con tiamina como grupo prostético), transformándolo en acetaldehído, que finalmente es reducido a etanol (mediante la alcohol deshidrogenasa) en presencia de NAD reducido.

**Figura 16.** Formación de etanol a partir de ácido pirúvico.<sup>(27)</sup>



Fuente: Harper 1994

El valor teórico de rendimiento etanólico por gramo de glucosa es de 0.511g o 0.647 mL a 20°C, pero esta cantidad nunca es lograda debido al desvío de carbono para procesos metabólicos como generación de biomasa y mantenimiento celular; sin embargo bajo condiciones ideales de fermentación, un 90 a 95% de glucosa es convertida a etanol.

Se reportan tiempos de fermentación de 2 a 7 días y temperaturas de fermentación de 25 a 30°C.

El final de la fermentación se da cuando el %ART tiene un valor cercano a 0.4, la producción de alcohol (determinado por medio del alcoholímetro) oscila entre 4.5 y 6% v/v para el tequila 100% de agave y tequila mixto respectivamente, junto con la caída del valor pH de 4.5 a 3.9. En el mosto fermentado se alcanzan poblaciones de levaduras de  $2 \times 10^7$  ufc/mL, (tabla 12)<sup>(6,7,27,41,50,76)</sup>

**Tabla 12.** Condiciones usuales que indican el final de la fermentación para la obtención de tequila.

Parámetro	Valor
%ART (Porcentaje de azúcares reductores totales).	0.4 % ART
Contenido de etanol (determinado por el alcoholímetro en % v/v)	Tequila 100% agave, 6 % v/v Tequila mixto. 4.5 % v/v
Valor pH	3.9
Población de levaduras	$2 \times 10^7$ ufc/mL

Se reporta paros de fermentaciones debido a factores como: temperatura excesiva, agotamiento del medio y acumulación de metabolitos, como también concentraciones de etanol entre 12 a 14% v/v; se reporta también que la tolerancia de la levadura *Sacharomyces*

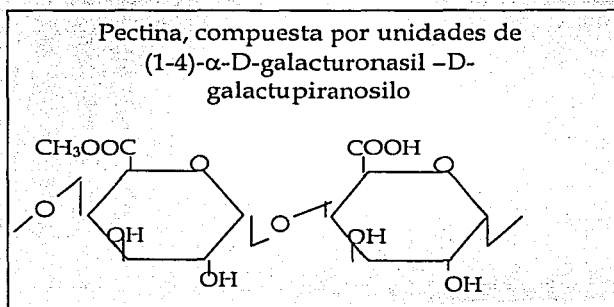
*cerevisiae* al alcohol, puede ser incrementada suplementando al medio de cultivo ácidos grasos insaturados, pero dicho estudio no se ha llevado a cabo para la obtención de tequila. La inhibición de *Sacharomyces cerevisiae* a concentraciones altas de etanol, se debe a que sus enzimas glucolíticas hexoquinasa, gliceraldehído-3-fosfato dehidrogenasa y piruvato descarboxilasa, son sensibles al etanol. <sup>(44,46,49,90,91)</sup>

### 3.1.10.1 Fermentación, obtención de metanol

La presencia de metanol en tequila se atribuye a:

- Hidrólisis ácida del grupo metoxilo de las pectinas del agave durante la etapa de cocimiento.
- Hidrólisis enzimática del grupo metoxilo durante la fermentación, ocasionada por la enzima pectin metil esterasa proveniente de los microorganismos presentes en dicho proceso.

**Figura 17.** Dímero que representa las unidades repetitivas de la pectina.



Fuente: Fennema 1993

Debido a los efectos tóxicos y de salud del metanol, la concentración de este producto obtenido, está regulada por la NOM (Anexo II, sección 6.1.1) a una concentración de 300 mg/100mL de alcohol anhidro (para todos los diferentes tipos de tequilas). El contenido del metanol en el tequila puede ser controlado por medio del cuidado en los cortes de las fracciones de destilación. <sup>(6,39,42,47,49)</sup>

### 3.1.10.2 Generación de biomasa vs generación de etanol.

Las principal variable que determina la generación de biomasa, son las condiciones de aireación.

Al inicio de la fermentación es deseable la utilización de oxígeno por las levaduras debido a que se incrementa la biomasa de estas en condiciones aeróbicas; posteriormente debe reducirse la cantidad de oxígeno disponible y someter a las levaduras a condiciones anaeróbicas.

Los microorganismos anaerobios facultativos en presencia de  $O_2$  utilizan la respiración aeróbica, pero pueden emplear la fermentación si no hay  $O_2$  libre en su medio ambiente.

Pasteur fue el primero en observar que el azúcar es convertido en etanol y CO<sub>2</sub> por levaduras en ausencia de aire; en presencia de aire se forman pocas cantidades de etanol, siendo el CO<sub>2</sub> el principal producto final de esta reacción aeróbica. Este efecto, llamado "Efecto Pasteur" indica el mayor rendimiento energético de la respiración sobre la fermentación. <sup>(42,47,49,77-80)</sup>

### 3.1.11 Principales variables involucradas que impactan en la fermentación.

Principales variables involucradas durante la fermentación que son responsables de algunas de las propiedades organolépticas del tequila (tabla 13):

**Tabla 13.** Variables con influencia en la fermentación. <sup>(42)</sup>

Variable	Influencia durante la fermentación.
Cepa de levadura	Alta
Temperatura durante la fermentación	Alta
Proporción Carbono/Nitrógeno, C/N (62 o 188)	Alta
Fuente de Nitrógeno	Medio
Cantidad de Inóculo.	Bajo
Presencia de compuestos químicos diversos en el mosto.	Según el tipo de compuesto químico.
Valor pH	Alto

En la bibliografía consultada para las variables: cepa de levadura, fuente de nitrógeno y presencia de diferentes compuestos químicos en el mosto, se carece de un estudio que analice dicha influencia sobre la fermentación, reportando estos datos con base en la experiencia de la destilería; para las variables: temperatura durante la fermentación, proporción C/N, cantidad de inóculo y valor pH, se cuenta con estudios que soportan la clasificación de su influencia.

#### 3.1.11.1 Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)

La relación C/N tiene un impacto significativo durante la fermentación; se ha encontrado que bajos niveles de dicha relación dan como resultado bajas concentraciones de alcohol isoamílico y alcohol isobutílico (deseables en la obtención de tequila); de manera contraria se obtienen altas cantidades de estos compuestos con proporciones altas de la relación C/N.

Un nivel alto la relación C/N significa un nivel de nitrógeno bajo, lo cuál provoca reacciones de desaminación de los aminoácidos, permitiendo la síntesis de alcoholes de alto peso molecular, (figura 18, reacciones de desaminación). <sup>(42,78)</sup>

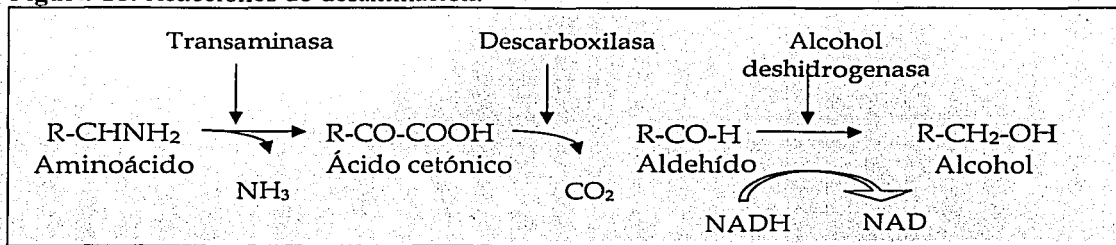
Para determinar la relación C/N, se realiza un balance de los principales compuestos que aportan carbono y nitrógeno en el mosto de fermentación, como la determinación de sus moles, quedando:

X moles de Carbono/Y moles de Nitrógeno = relación C/N.

### 3.1.11.2 Producción de Alcoholes de Fusel .

La formación de alcoholes de alto peso molecular (alcoholes superiores o alcoholes de Fusel), son alcoholes alifáticos que se asocian al metabolismo del nitrógeno y condiciones de la fermentación, se produce por la mayoría de las cepas de levaduras las cuales inician dicha síntesis cuando el nivel de carbohidratos decrece y continua durante varias horas, después de que la fermentación alcohólica haya terminado (lo que ocurre en el “mosto muerto”). Esto sugiere un cambio en el metabolismo de la levadura para subsistir, por una activación del metabolismo de aminoácidos y por lo tanto ocurren reacciones de desaminación (Figura 18). Esto confirma que el tequila obtenido a partir de fermentaciones lentas (24 horas o más) es más rico en sabores y aromas, en comparación con los producidos durante fermentaciones rápidas (18 a 20 horas)<sup>27,42,50,86,80</sup>.

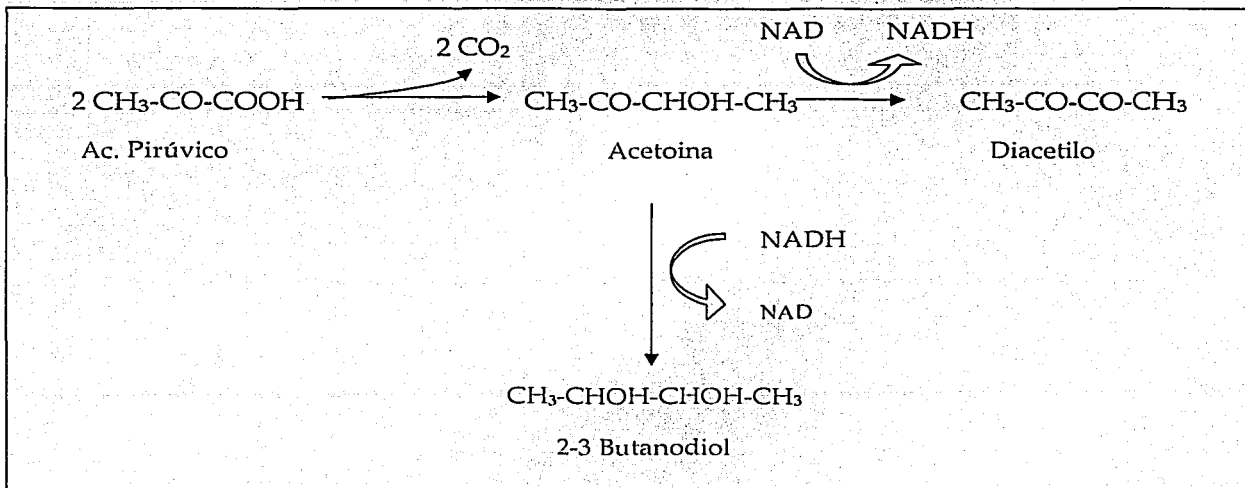
Figura 18. Reacciones de desaminación.<sup>(27)</sup>



Fuente: Harper 1994

Durante las fermentaciones lentas, se tiene también la producción de compuestos secundarios como la formación de diacetilo y 2-3-Butanodiol a partir de Ac. Pirúvico (Figura 19).

Figura 19. Formación de diacetilo y 2-3-Butanodiol a partir de Ac. Pirúvico.<sup>(27)</sup>



Fuente: Harper 1994

### 3.1.11.3 Efecto de la Temperatura

El efecto de la temperatura es otro factor con influencia significativa en la producción de alcohol de alto peso molecular, como su asociación con las variables tipo de cepa y relación C/N.

En la industria vitivinícola, se ha reportado que la temperatura óptima de fermentación para la mayor parte de las levaduras vínicas es entre 15° y 20°C, ya que a estas temperaturas se tiene una mayor producción y conservación de aromas debido a que su volatilidad se vé reducida; se reporta que para la industria del tequila, para la producción de alcoholes de Fusel, mantener la temperatura de fermentación de 25 a 30°C.

En general el efecto de la temperatura condiciona:

- El metabolismo: Velocidad de reproducción, actividad glicolítica y tolerancia al alcohol.
- Desarrollo de la propia microflora.
- Tensión de vapor y volatilidad de productos aromáticos y en consecuencia, pérdida de los mismos por el CO<sub>2</sub> desprendido en el curso de la fermentación.
- Velocidad de la fermentación, la cual se refiere la velocidad de fermentación a la cantidad de alcohol o CO<sub>2</sub> producido por unidad de tiempo. <sup>(42,51)</sup>

### 3.1.11.4 Presencia de furfural en el mosto de fermentación.

El furfural es el producto obtenido de la caramelización de la glucosa durante la etapa de cocimiento (Figura 9 y 10). Parte de el furfural es transformado a alcohol furfurílico por *Saccharomyces cerevisiae*; además se asocia la presencia de furfural con una mayor producción de etanol, concentración de acetaldehído y piruvato durante la fermentación; se tiene reportado el efecto que conlleva la presencia de furfural, en diferentes variables durante la fermentación (tabla 14), pero en dichos estudios no se reporta el fundamento de dichos efectos. <sup>(40,42,49)</sup>

**Tabla 14.** Efectos de la presencia de furfural en el mosto de fermentación <sup>(40,42,49)</sup>.

Variable	Con presencia de furfural	Efecto
Tiempo en consumo completo de glucosa	Aumenta.	Favorable
Rendimiento celular (Obtención de biomasa)	Disminuye (Es reprimido a las 8.5 horas de fermentación)	Favorable
Rendimiento etanólico	Aumenta	Favorable
Rendimiento de glicerol (Favorece características sensoriales al tequila, como el aterciopelado).	Disminuye	Desfavorable
Concentración de acetato	Aumenta	Desfavorable
Concentración de Acetaldehído	Aumenta	Desfavorable
Concentración de Piruvato	Aumenta.	Favorable

(precursor de metabolitos secundarios)		
--	--	--

Se relaciona un rendimiento celular bajo con un rendimiento etanólico alto (sección 3.1.10.2), con la presencia de furfural, se sigue manteniendo esta relación. El aumento del tiempo de consumo de glucosa, tiende a relacionarse con fermentaciones largas y por lo tanto mejoras sensoriales en el tequila obtenido, aunque en los datos reportados no se evalúan las características sensoriales del tequila obtenido.

### 3.1.12 Bacterias contaminantes durante la fermentación

El empleo de materias primas de baja calidad, como bajos estándares higienicos de la destilería, contribuyen a contaminaciones del mosto durante su fermentación.

Los géneros más comunes de las bacterias contaminantes halladas en los mostos de tequila son: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, y *Pediococcus*. Bacterias del género *Acetobacter*, *Aerobacter* o *Clostridium*, también pueden ser halladas en mostos ya fermentados dejados por largos periodos de tiempo (antes de la destilación por ejemplo).

Los compuestos químicos obtenidos en mostos contaminados principalmente son: ácido acético, acetaldehído y butanol, dando como consecuencia una alteración y baja calidad en la bebida obtenida.

Se reporta que en casos de contaminación del mosto de fermentación, se emplea bifloruro de amonio como agente antimicrobiano, se cita también el empleo de antibióticos (sin ser especificado el tipo de ellos) para el control de mostos contaminados. <sup>(6,49)</sup>

### 3.1.13 Destilación.

La destilación del mosto de fermentación llamado ahora "mosto muerto", contiene también residuos de celulosa y pectina, como también células de levadura, proteínas, sales minerales y orgánicas.

Durante la destilación ocurre la inactivación enzimática, la esterilización del mosto y la precipitación de proteínas. La destilación es otro punto crítico de control del proceso; aquí se debe cuidar en el corte de la fracción del destilado (cabezas y colas).

Se realiza el destilado en dos etapas: destrozamiento y rectificación. <sup>(6,7)</sup>

- El destrozamiento; se realiza en un primer alambique (usualmente de cobre debido a que este material fija compuestos sulfurados indeseables, que se han identificado como dimetil-disulfuro, dimetil-trisulfuro y 4-metil-5-viniltiazol) en el cual se calienta el mosto muerto; separando las vinazas, de otros componentes como aldehídos y cetonas obteniéndose un producto intermedio denominado "ordinario" con una concentración de alcohol de 25 a 30% (v/v) en donde se han removido sólidos o impurezas, parte de agua, cabezas y colas de la destilación.
- La rectificación; se realiza mediante una segunda destilación fraccionada en un alambique llamado "refinador", en la cual se concentra el alcohol etílico y lo purifica de otros alcoholes. En la fracción de la cabeza destilan los compuestos más volátiles como: metanol, 1-propanol, 2-propanol, acetaldehído, 1-butanol, 2-metil propanol y acetato de etilo; en la fracción llamada cola, destilan compuestos como alcohol amílico e isoamílico

(alcoholes de Fusel), 2-furaldehído, ácido acético y etil lactato como algunos ésteres; estos compuestos le pueden dar al tequila tanto características favorables como desfavorables; esto último ocurre cuando su concentración está por arriba de 0.5 mg/mL Durante la rectificación se obtiene un tequila de 45 a 50°GL (considerando 1° GL = 1% etanol v/v) que puede ser diluido de 38 a 40° G.L y embotellado dando lugar al tequila blanco o posteriormente ser añejado.

### 3.1.14 Columnas de destilación o sistemas continuos.

En las destilerías que tienen este proceso, cuentan con tres columnas para destilación (consecutivas), donde el mosto entra por arriba a la primera columna de destilación, a contra corriente se topa con vapor arrastrando los compuestos volátiles, que se condensan en los diferentes platos de la columna, esto sucede en las demás columnas; la desventaja de este proceso, es que el producto obtenido tuvo una destilación más selectiva., usualmente el destilado obtenido por medio de este método, es mezclado con destilados obtenidos a partir de alambiques, para balancear así su poca cantidad de compuestos como ésteres y alcoholes de Fusel.<sup>(6,7)</sup>

### 3.1.15 Maduración o Añejamiento y Abocado.

Para la obtención del tequila abocado se realiza la adición de color caramelo, extractos de roble o encino natural y glicerina para estandarizar el producto al mismo tiempo que se suaviza (Anexo II, sección 4.1 ).

Para la obtención de tequila añejo o reposado, se realiza el proceso de maduración o añejamiento, el cual se lleva a cabo en barriles de roble blanco o encino de capacidad de 200L. El tiempo legalmente requerido es de dos meses para tequila reposado y un mínimo de 12 meses para tequila añejo (Anexo II, secciones 4.11, 4.17 y subsecuentes).

Los factores que pueden que influyen en esta etapa del proceso son: material de la barrica (roble o encino), grosor y la calidad de la madera del barril, graduación alcohólica del producto que se está madurando, área del barril, recicle del mismo, condiciones de humedad y ventilación durante el añejamiento.

Los cambios durante la maduración del tequila, son:

- Atenuación del tequila, por medio de la acción del alcohol sobre diversos compuestos de la madera (extracción de los aceites de la madera) los cuales favorecen las características organolépticas del producto.
- Oxidación de compuestos, originales y de aquellos extraídos de la madera.

El resultado del paso de maduración es un incremento de ácidos, ésteres y aldehídos.

El ajuste de la maduración del tequila en cuanto a color, se realiza usualmente mediante la adición de color caramelo.<sup>(6,7,38)</sup>



**Figura 20.** Maduración de tequila en barricas de roble blanco.



### **3.1.16 Filtración**

El producto obtenido del proceso de obtención de tequila (para tequila blanco o joven) y del proceso de maduración, se pasa a través de filtros de celulosa, para la eliminación de sólidos o turbiedad conferida por la madera; algunas destilerías emplean carbón activado, teniendo como principal desventaja la pérdida de compuestos organolépticos<sup>(7)</sup>.

### **3.1.17 Embotellado**

El producto obtenido que cumple con las especificaciones citadas en la NOM (Anexo II, sección 6.1.1) es diluido con agua desionizada o destilada (Anexo II, sección 8.2.2); después de la filtración, es dirigido hacia un tanque receptor de la línea de envasado (Anexo II, secciones 8.2 y subsiguientes). Al finalizar esta operación, el tequila es etiquetado (Anexo II sección 11) y almacenado en cajas y estibado en tarimas<sup>(6,7,38)</sup>.

### **3.1.18 Control de calidad del tequila**

Para el control de calidad del tequila, se cuenta con métodos establecidos para asegurar la autenticidad del tequila (Anexo II, secciones 7 y 8 ).<sup>(38)</sup>

Como también se lleva a cabo un procedimiento de verificación a lo largo de todo el proceso que es ejemplificado en la figura 21 (pg 55).

### 3.2 Tratamiento de residuos en la producción y elaboración de tequila

La industria del Tequila también presenta áreas de oportunidad en el tratamiento y empleo de residuos generados durante su obtención.

En los años recientes, el mercado del tequila ha crecido, lo cual quiere decir en términos industriales mayor producción de tequila y en términos ambientales, mayor producción de bagazo, vinazas y otros desechos agroindustriales que son ahora un problema para las compañías de tequila.

#### 3.2.1 Subproductos principales de la industria del tequila

La generación de los subproductos obtenidos durante la obtención del tequila, los podemos ver ejemplificados en la figura 2 (página 22).

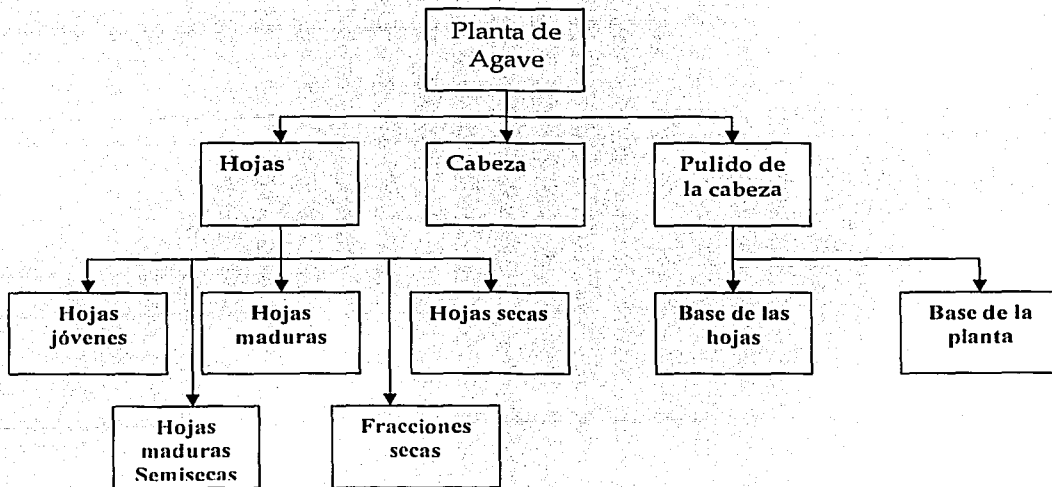
Dichos subproductos, puede agruparse en dos categorías:

- **Categoría 1:** Subproductos de la Jima ( sección 3.2.2.1)  
Los cuales de manera general es toda aquella porción de la planta del agave que no es utilizada para la producción del tequila (todo lo que no forma parte de la piña).
- **Categoría 2:** Subproductos del proceso de obtención del tequila (sección 3.2.2.2).  
Los cuales de manera general son: Bagazo, vinazas y sólidos de la fermentación.  
Ambas categorías están descritos a detalle en los siguientes párrafos de este capítulo.

#### 3.2.2 Subproductos de la Jima

Las hojas del Agave tequilana Weber (subproducto de la jima) son clasificadas según en la figura 22.

Figura 22. Subproductos de la jima del agave.<sup>(23)</sup>



Fuente: Higuera-Covarrubias 2001, cit 23.

La planta del *Agave tequilana Weber var Azul* tiene tres principales productos:

- **Hojas:**

Se subdividen en tres grupos: Hojas jóvenes, hojas maduras y hojas secas

- **Cabeza:**

Cabeza o “Piña”, empleada para la para el proceso de obtención de tequila.

- **Productos derivados de la limpieza de la “piña” o “cabeza”:**

Esto se subdivide en bases de la hoja (separadas por el jimador en el momento de pulir el agave) y base de la planta (material entre cabeza y la raíz del agave)<sup>(23)</sup>.

La suma de los tres componentes (hojas, cabeza y productos derivados de la “piña” o “cabeza”) son el total en peso del agave, descritas en tabla 15.

**Tabla 15.** Distribución de componentes en la planta del agave (promedio basado en 30 plantas de agave)<sup>(23)</sup>.

Componente	Peso en Kg.	Porcentaje promedio de estas fracciones durante la jima del agave
Planta entera	53.2	-
Cabeza	30.7	54
<b>Hojas</b>		
Hojas jóvenes (frescas)	13	27.0
Hojas secas	3.2	7.0
Hojas maduras (semi-secas)	14.1	29
Fracciones secas	1.9	4
<b>Fracciones de la limpieza de la cabeza del agave.</b>		
Bases de las hojas	3.6	7
Bases de las plantas	0.9	1

Estos datos son el promedio de los porcentajes obtenidos en las mediciones de las diferentes partes de 30 plantas de *Agave tequilana Weber var azul*. La fuente no estratifica las edades de dichas plantas considerándose en el intervalo de 8 a 12 años.

**Tabla 16.** Distribución de fracciones de la planta de *Agave tequilana* Weber var. *Azul* en % de materia seca y total de azúcares reductores<sup>(23)</sup>.

Porción	Hojas frescas Parte inicial	Hojas Frescas parte Media	Hojas Frescas parte final.	Hojas semi-secas Parte inicial	Hojas semi-secas Parte exterior	Fraccion de la limpieza cabeza del agave.
% Materia seca <sup>a</sup>	19.2	25	24.5	19.8	22.5	25.4
Azúcares reductores totales (%ART) <sup>b</sup>	9.7	5.5	3.3	16.1	8.7	13.1

<sup>a</sup> Análisis de materia seca, su determinación fue hecha secando las fracciones a 105°C por 24 h.

<sup>b</sup> Porcentaje de azúcares reductores totales (%ART) método volumétrico (AOAC, 1990).

En base a los resultados de la tabla 16, en la planta del agave existe un gradiente de concentración de total de azúcares reductores totales de la parte proximal a la cabeza (parte inicial de la hoja), a la parte distal (final de la hoja o exterior) siendo la concentración promedio de ART de la cabeza de 23% teniendo como mínimo y máximo 16 y 28% de ART y siendo las partes próximas a la cabeza quienes tiene las concentraciones más altas de ART ya sean hojas frescas o semi-secas<sup>(23)</sup>.

Se tiene reportado que el empleo de las diferentes partes no utilizadas en el jimado del Agave, pueden utilizarse como materia prima en la producción de pulpa, papel, fibras textiles y material de relleno.

### 3.2.3 Comparación química de las hojas del *Agave tequilana Weber var Azul* con respecto a plantas empleadas para la producción de pulpa y papel.

Dada la factibilidad de emplear las hojas maduras del agave, para la elaboración de papel, se muestra la siguiente comparación reportada con respecto a pino y eucalipto en tabla 17, considerando porcentajes de lignina, alfa celulosa, hemicelulosa y cenizas<sup>(23)</sup>.

**Tabla 17.** Comparación química de la fibra del agave con respecto a la de pino y eucalipto (Datos expresados como porcentaje en extracto seco). Las fibras de pino y eucalipto son utilizadas para la obtención de papel comercial de uso editorial.<sup>(23)</sup>

Porción	Agave <sup>a</sup>	Pino	Eucalipto
	%	%	%
Lignina	15.9	27.4	18.2
Alfa celulosa	64.8	47.5	49.4
Hemicelulosa	5.1	16.2	21.2
Cenizas	1.0	0.20	0.4
Otros componentes	13.2	8.7	10.8

<sup>a</sup>Fraciones cercanas a la cabeza del agave

<sup>b</sup>Sustancias hidrosolubles (agua y etanol) y liposolubles (etanol-benzeno)

Las tres fibras (agave, pino y eucalipto) fueron sometidos a un proceso de pulpeo empleando 20% de NaOH a 175°C por 1.5 hr.

Con base en la tabla 17, las fracciones maduras del agave son ricas en alfa celulosa y cenizas, tendiendo a ser bajas en lignina y hemicelulosa.

Ahora, con respecto a las fibras obtenidas contra las de pino y eucalipto (Variables: longitud, diámetro y relación largo diámetro). Se ha reportado lo siguiente, resumido en tabla 18.

**Tabla 18.** Características de la fibra del agave en comparación a las fibras de pino y eucalipto<sup>(23)</sup>.

Fibra	Fibra (L <sup>a</sup> ) mm	Fibra (D <sup>b</sup> ) microm	Relación (L/D <sup>c</sup> )
Agave	1.58	25	63
Pino	4.20	39	108
Eucalipto	0.94	18.29	97.98

<sup>a</sup>L= Largo en mm.

<sup>b</sup>D= Diámetro en mm

<sup>c</sup>L/D= Relación largo diámetro en mm.

Estos resultados reportados dan una comparación morfológica de las fibras evaluadas y por lo tanto puede verse que el largo y el diámetro de la fibra del agave, que tendió a ser larga en comparación a las otras dos, la relación L/D fue menor que para las fibras de pino y eucalipto; lo cual implica, que las fibras del agave pueden tener usos similares a las de pino y eucalipto.

### 3.2.3.1 Comparación de papel elaborado a partir de *Agave tequilana Weber var Azul* con respecto al elaborado con pino y eucalipto.

Se tienen reportadas las siguientes propiedades de las hojas de papel elaboradas mediante proceso Kraft (Anexo I, A.2) a partir de agave, comparadas con las obtenidas a partir de pino y eucalipto, evaluando los parámetros como índice de razgado e índice de rompimiento (tabla 19)<sup>(23)</sup>.

**Tabla 19.** Comparación de las propiedades de las hojas obtenidas a partir de agave, pino y eucalipto mediante proceso Kraft (Anexo I, secciones A.2, A.3 y A.4)<sup>(23)</sup>.

Hojas (Materia Prima)	Índice de razgado m Nm <sup>2</sup> /g	Índice de rompimiento m N m <sup>2</sup> /g
Agave	6.9	2.2
Pino	8.2	5.2
Eucalipto	7.4	4.5

Con lo cual se puede observar que las hojas de papel obtenidas a partir de la parte cercana a la cabeza del *Agave tequilana Weber var azul*, tienen el menor índice de razgado y menor índice de rompimiento, en comparación a hojas de papel elaboradas a partir de pino y eucalipto; por lo tanto para dicha limitante se contempla la alternativa de mezclar las pulpas de agave con pulpas de pino o eucalipto para dar un papel con mejor calidad en estos índices, aunque aún no se tiene reportada evaluación alguna de dichas mezclas.

Se reporta que a partir de 38.4 toneladas de hojas de agave maduro se puede producir 1 tonelada de pulpa de agave. Por el momento solamente es posible la elaboración de "papel de agave" en pequeños proyectos, aunque queda abierta dicha producción para mercados artesanales.<sup>(22-24,47)</sup>

### 3.2.4 Subproductos del proceso de obtención de tequila.

La industria del tequila genera tres principales subproductos (esquematisados en la figura 2, página 22), los cuales son empleados como materia prima en la elaboración de productos secundarios (tabla 20).

- **Bagazo.** Material lignocelulósico, es la fibra residual que queda después de haber cocido, despedazado y exprimido (extracción de mieles) las cabezas del agave, del cual se obtiene 1200 g de bagazo/litro de tequila (base húmeda) y representa aproximadamente el 40% (en base húmeda), del total del agave exprimido.
- **Vinazas.** Que consiste en desperdicios acuosos provenientes de la destilación, en las cuales se obtiene de 8-10 litros de vinazas/litro de tequila. Las vinazas se caracterizan por sus altas concentraciones de materiales orgánicos e inorgánicos disueltos, su alta temperatura (durante la descarga) y bajo pH. Las vinazas tienen altas concentraciones de potasio, cloruro de calcio, iones de sulfato; su DBO (demanda biológica de oxígeno) causa

problemas significativos para su desecho. El impacto de las vinazas ha venido causando un problema por varios años, y no ha habido lineamientos regulatorios para su descarga al ambiente, hasta 1994 (NOM-064-ECOL, 1994). Dicho establecimiento de límites permisibles ha estimulado interés en emplear y procesar las vinazas del tequila para resolver algunos de los problemas de contaminación.

- **Sólidos de la Fermentación.** Este material se obtiene mediante la centrifugación del mosto muerto y las vinazas obtenidas<sup>(22-24,47)</sup>.

**Tabla 20.** Productos obtenidos a partir de subproductos generados durante la producción de tequila<sup>(22-24,47)</sup>.

Subproducto de la obtención del tequila.	Productos que se pueden generar a partir del subproducto.
<u>Bagazo</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladrillos (adobe)</li> <li>• Material de empaque y de relleno.</li> <li>• Aisladores de sonido</li> <li>• Aisladores térmicos</li> <li>• Paredes y techos prefabricados</li> <li>• Sorbentes y geotextiles</li> <li>• Papel y pulpa</li> <li>• Aditivo para formulación de forrajes para animales</li> <li>• Abono para cultivo</li> </ul>
<u>Vinazas</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recirculación del 5 al 10% para la formulación de nuevos mostos de fermentación.</li> <li>• Sólidos de Fermentación.</li> </ul>
<u>Sólidos de la Fermentación</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aditivo en la formulación de forrajes para animales (ovejas).</li> </ul>

A continuación, se describen las propiedades de cada uno de los subproductos generados, en las siguientes secciones.

**3.2.4.1 Empleo del subproducto bagazo como materia prima.**

Este bagazo, tiene la siguiente composición en base seca (tabla 21).

**Tabla 21.** Composición química del bagazo (en base seca)<sup>(6)</sup>.

Compuesto	%
Celulosa	43
Hemicelulosa	19
Lignina	15
Nitrógeno total	3
Pectinas	1
Aúcares residuales	10
Otros compuestos	9

**3.2.4.2 Usos del Bagazo como aditivo en dietas para ganado.**

Se reporta el empleo del bagazo del *Agave tequilana Weber var Azul* como forraje de ganado, donde dicho empleo puede tener un gran impacto en las regiones aledañas donde ocurre la generación de dicho subproducto.

Se reporta la formulación de 4 dietas para animales (señaladas en tabla 22), para las tres primeras, se alimentaron 36 ovejas (sexo masculino con peso inicial 18.8 Kg, dichas dietas fueron asignadas al azar), por un periodo de 56 días y el peso fue calculado en base a promedio; para la dieta 4, se asignaron 15 animales de condiciones similares a las citadas en el párrafo anterior<sup>(22)</sup>.

**Tabla 22.** Ingredientes de las diferentes dietas para ganado, formuladas con bagazo de agave<sup>(22)</sup>.

Ingrediente %	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
% de materia seca				
Granos de sorgo	-	-	-	20
Granos de Maíz	79.4	-	-	22
Bagazo Agave	-	63.2	-	30
Olote de maíz	-	-	63.2	-
Alfalfa deshidratada	15	15	15	12
Melazas de caña	5	5	5	15
Soya	-	15.6	15.6	-
Fosfato de calcio	-	0.2	0.2	-
Carbonato de potasio	-	0.4	0.4	-
Urea	0.5	0.5	0.5	1.0
Vitaminas y oligoelementos	0.1	0.1	0.1	-
<b>Composición química (%)</b>	-	-	-	-
Materia seca (%) <sup>a</sup>	87.4	45.6	90.0	47.0



<b>Proteína cruda<sup>b</sup></b>	12.5	12.7	15.6	12.6
<b>NDF<sup>c</sup></b>	36.8	42.3	63.1	45
<b>ADF<sup>c</sup></b>	8.8	36.5	36.6	25.2
<b>Cenizas</b>	4.8	9.0	8.5	5.0

<sup>a</sup> Materia seca fue determinada por AOAC (1984)

<sup>b</sup> Proteína cruda fue determinada por medio de procedimiento Kjeldahal (AOAC, 1984), un factor de 6.25 fue utilizado para convertir nitrógeno a proteína cruda.

<sup>c</sup> Fibra método detergente neutro (Neutral Detergent Fiber ,NDF) y fibra método detergente ácido (Acid Detergent Fiber, ADF).

La comparación que se reporta para las dietas 1,2 y 3 muestra que no hay diferencia significativa entre ellas, en cuanto composición química de la formulación.

Los animales sometidos a la dieta 4, tuvieron en un periodo de 42 días, ganancia de peso de 191 g por día (al ingerir 1110 g de alimento por día en peso seco); la relación de alimentación/peso ganado fue el mejor de las cuatro dietas.

Por lo tanto el bagazo del agave puede ser empleado como aditivo de dietas para ganado pudiendo sustituir al olote de maíz y tener así un valor comercial<sup>(22)</sup>.

### 3.2.4.3 Otros usos del bagazo

Actualmente existe una tendencia en incremento del empleo de subproductos de la agricultura; el bagazo generado durante la obtención del tequila es empleado (según diversos reportes) como: sustrato para cultivo de variedades comestibles de hongos; material de empaque o de relleno; aisladores de sonido; aisladores térmicos; para obtención de materias primas (celulosa, hemicelulosa, pectinas), enzimas ( celulasas y pectinasas) y materiales para construcción.

- Producción de paneles y paredes falsas para construcción a partir de bagazo. Para su elaboración, se requiere de un triturado del bagazo para obtener una fibra más fina empleando molinos cuyas aberturas cambian según el producto a obtener. Para su producción el bagazo es aplastado y molido con aberturas de molino cuyo valor osciló de 9.53 mm 25.4 mm (obteniendo diversas tipos de molido), se mezcla con agua hasta un contenido de 50% de sólidos, se prensa y se hornea a 190°C por 8 minutos y se rocía con resina fenólica, dejandola secar. El resultado de dicho proceso son paneles y paredes falsas que cumplen con las especificaciones de la ANSI (American National Standard, American Hardboard Association) para paneles de fibra, con lo cual se tiene una oportunidad de empleo de este subproducto (que sería de muy bajo costo)<sup>(6,22)</sup>.

### 3.2.5 Empleo del subproducto vinazas como materia prima.

Las descargas de ollas de destilación o columnas de destilación es conocido como destilados, desechos o vinazas; en una destiladora de tequila típica, se producen de 7 a 10 L de vinazas por cada litro de Tequila a 100° Proof.

Las vinazas del tequila, tienen un pH menor a 3.9 y una Demanda biológica de oxígeno (BOD) alta cuyos valores oscilan entre 25 a 60 g/l, siendo esto el principal problema para darle tratamiento a este sub-producto.

Las opciones para el tratamiento de las vinazas son las siguientes:

- **Reciclado de las vinazas.** Se reporta que de un 5 a 10% de las vinazas puede emplearse en la composición del agua de dilución, para la elaboración del mosto de fermentación; aunque en esta práctica actualmente no se realiza en la industria.
- **Empleo como fertilizante.** Mediante procesos de evaporación y combustión de los destilados, podrían utilizarse estos como fuente de potasio y ser empleados como fertilizante; aunque dicho empleo actualmente no se utiliza.
- **Obtención de Sólidos de Fermentación.** El aislamiento y obtención de los sólidos de fermentación, se realiza mediante centrifugación, y ser así empleados posteriormente en la formulación de dietas para ganado (sección 3.2.6)<sup>(6)</sup>.

### 3.2.6 Sólidos de la fermentación

Composición Química de los sólidos fermentados obtenidos a partir de la centrifugación de las vinazas del tequila (tabla 23)<sup>(53)</sup>.

**Tabla 23.** Composición química de los sólidos de fermentación<sup>(53)</sup>.

Componente	%
Humedad <sup>a</sup>	82.9
Extracto seco	17.1%
Proteína Cruda <sup>b</sup>	13.2
Extracto etéreo	1.7
Cenizas <sup>c</sup>	16.2
Fibra cruda	23.5
Extracto libre de nitrógeno	45.4
Celulosa <sup>c</sup>	1.3
Hemicelulosa <sup>c</sup>	1.7
Valor Ph	4.3
Alcohol <sup>d</sup>	0.035 ml/g (base húmeda)

<sup>a</sup> Determinada, secando muestras a 55°C hasta peso constante.

<sup>b</sup> Nitrógeno total fue determinado por Kjeldhal (AOAC 1984) empleando un factor de 6.25 para expresar como proteína cruda.

<sup>c</sup> Concentraciones de celulosa y hemicelulosa, fueron determinadas por medio de métodos descritos por AOAC 1984.

<sup>d</sup> El contenido de etanol fue determinado por medio del empleo de un densitómetro digital para líquidos y gases (Dam 45, Paar Scientific Ltd).

<sup>e</sup> Cenizas fueron determinadas por medio de procedimientos AOAC (1984)

**3.2.6.1 Usos de los sólidos de la fermentación como alimento para ganado.**

Debido a que los sólidos obtenidos a partir de la fermentación, pueden tener un empleo como aditivo alimenticio para forraje en animales, se tiene reportado la utilización de dichos sólidos como aditivo en la formulación de dietas para ganado (ovejas), las cuales están descritas en la tabla 24.<sup>(53)</sup>

**Tabla 24.** Formulación de raciones experimentales de alimento para ovejas<sup>(53)</sup>.

Ingredientes	Composición en %			
	Basal	85:15	70:30	55:45
Bagazo de maíz	28	-	-	-
Granos de trigo	22	-	-	-
Granos de sorgo	20	-	-	-
Urea	1	-	-	-
Alfalfa deshidratada	14	-	-	-
Melazas de caña	15	-	-	-
Proporciones de dieta basal (DB) y sólidos de fermentación (FS) en base seca.	100%	85% DB 15% FS	70% DB 30% FS	55% DB 45% FS
<b>Composición química en %</b>				
Materia seca	86.2	55.7	40.4	32
<b>Composición de la materia seca en %</b>				
Proteína cruda	15.3	15.2	15.1	15.5
Extracto etéreo	1.4	4.6	3.7	3.9
Fibra cruda	12.9	14.3	14.1	15.6
Cenizas	6.0	6.5	7.6	8.8
Extracto libre de nitrógeno	64.4	59.4	59.5	56.2

• Digestibilidad de los sólidos de fermentación como alimento para ganado.

Se reporta sobre las formulaciones agrupadas en la tabla 25 y su experimentación con 12 ovejas (raza Pelibuey crossbred, de sexo masculino en crecimiento, teniendo un peso corporal inicial de 30 Kg); a las cuales se les asignó una de las 4 dietas al azar.

Dietas asignadas:

- 1.- Dietas basal, hecha a partir de olote de maíz y granos de cereal
- 2.- DB y 15% de sólidos de fermentación (85:15)
- 3.- 70% DB y 30% de FS (70:30)
- 4.- 55% DB y 45% de FS (55:45).

**Tabla 25.** Digestibilidad aparente de materia seca, proteína cruda y materia orgánica en las dietas para animales.

Componente	Dietas			
	Basal	85:15	70:30	55:45
Digestibilidad Aparente % (base seca)				
Materia seca	70.7	69.1	66.2	65.7
Proteína cruda	64.4	63.2	59.0	60.7
Materia orgánica	71.9	71.5	71.1	69.7

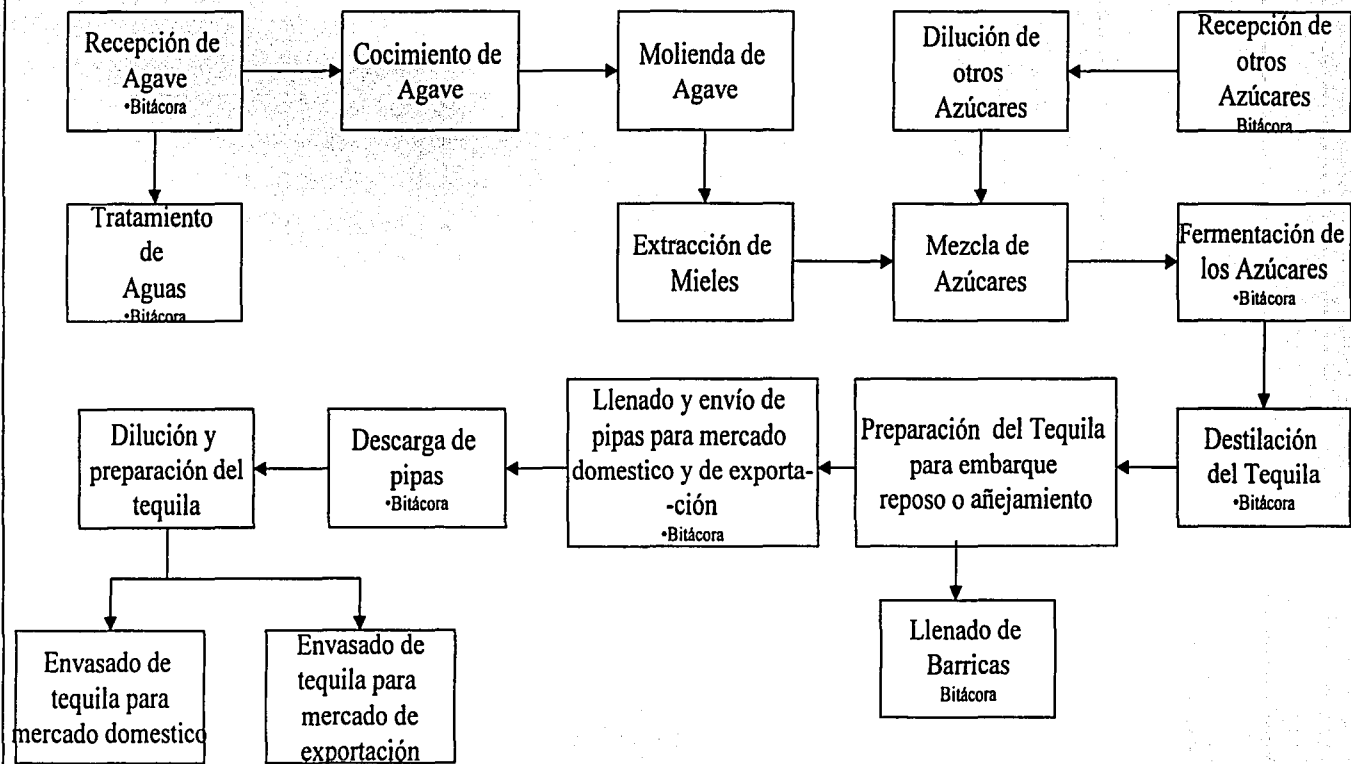
En base a resultados reportados tabla 25, la digestibilidad aparente de la materia seca de los sólidos de fermentación a un nivel de sustitución de 45%, fue similar a aquellas reportadas por Staples para alfalfa.

No hubo diferencias significativas entre animales alimentados con una dieta basal contra dietas con un 45% de sustitución con sólidos de fermentación.

Por lo tanto, estos resultados reportados indican la factibilidad técnica y económica para el empleo de los sólidos de fermentación para la alimentación de ganado (en particular de ovejas). Esto representa una ventaja ambiental y económica por el empleo de un desperdicio indeseable para ser usado como subproducto con valor alimenticio.<sup>(53)</sup>

Figura 21

### PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN



•Bitácora, registro, producción diaria

•Bitácora, registro del material de envasado

•Bitácora, registro, producción diaria

•Bitácora, registro del material de envasado

## CAPÍTULO IV

### Caracterización Química y Sensorial del tequila

Las bebidas alcohólicas según su proceso de elaboración, se clasifican en cuatro grandes grupos:

- **Bebidas fermentadas;** son el resultado bioquímico de la fermentación alcohólica, cuya graduación varía del 2 al 18 % alcohol por volumen (2 a 18 °G.L.); esta categoría comprende: vinos de mesa, sidra, cerveza, pulque y sake.
- **Bebidas destiladas;** llamadas también bebidas espirituosas, se obtienen partiendo de un fermentado que es sometido al proceso físico de destilación, su graduación varía del 30 al 60% alcohol por volumen (30 a 60 °G.L.); esta categoría comprende: Brandy y Cognac, Ron, Vodka, Ginebra, Calvados, Whisky y Tequila.
- **Bebidas generosas;** llamadas también bebidas fortificadas, reforzadas o encabezadas; son aquellas que tienen como base un producto de fermentación (un vino blanco) y se le adiciona un destilado para aumentar su contenido alcohólico, su graduación varía del 15 al 20 % alcohol por volumen (15 a 20 °G.L.); esta categoría comprende: Jerez, Oporto, Marsala, Madeira y Vermut.
- **Licores;** llamadas también bebidas cordiales; se obtienen por maceración, infusión, adición de extractos aromáticos o combinación de estos procedimientos, son edulcorados, pueden ser coloreados, su graduación alcohólica varía del 15 al 90 % alcohol por volumen (15 a 90 °G.L.); esta categoría comprende (por citar algunos): Amareto, Anís, Grand Marnier, XTA Bentum, Cointreau.

La bebida destilada tequila se clasifica a su vez en dos categorías: Tequila 100% de agave y Tequila mixto (en el que se adiciona en peso 51% de piña de agave tequilero cocida y un 49% de otros azúcares llamados adjuntos). A su vez cada uno de estos dos grupos puede clasificarse según sus características en cuatro tipos (Anexo II, sección 5.2): Tequila Blanco, Tequila Joven Abocado, Tequila Reposado y Tequila Añejo (en el mayor de los casos estos últimos dos tequilas son 100% de agave).

La comprobación de dichas categorías de tequila, se realiza mediante la inspección y verificación de etapas en su proceso de elaboración (fundamento de la NOM tequila); dicha normatividad es la herramienta de organismos certificadores como el CRT.

La normatividad actual para el tequila, carece de criterios químicos y sensoriales en cuanto identificación y discriminación de esta bebida destilada con respecto a otras de su tipo, ejemplo: mezcal y bacanora de Sonora; como a su vez la identificación y discriminación entre categorías de tequila. Actualmente estudios reportan la presencia de compuestos químicos, que son asociados al tequila en general y también a ciertas categorías de tequila. Por otro lado se cuenta con estudios que reportan la asociación de dichos compuestos con materias primas o con etapas en su proceso de obtención. <sup>(38,59,60,86)</sup>

Se expone en este capítulo, los criterios químicos y sensoriales a ser considerados, para tener una normatividad del tequila, aplicable y actual.

#### 4.1 Caracterización química del tequila.

El tequila contiene seis principales categorías de productos químicos: alcoholes, ésteres, aldehídos, cetonas, compuestos azufrados y ácidos orgánicos. Los compuestos químicos más comunes: 1-Propanol, 3-Metil-1-butanol, 2-metil butanol, 2-metilpropanol, Etil acetato, Etanol, Etil hexanoato, Metil octanoato, Metil decanoato, 2-Buten-1-ona, Etil decanoato, 3-Metil butil octanoato, Metil dodecanoato; Butil decanoato, Etil dodecanoato, 3-Metil-butil-decanoato, Etil tetradecanoato, 2-Fenil etil octanoato, 3-Hexanona y Etil hexadecanoato; en donde los cinco primeros compuestos se reportan como los principales generadores del aroma a tequila.

La principal limitante en el estudio de los compuestos químicos que integran esta bebida (al igual que otras bebidas destiladas) es la concentración en la que se encuentran (ppm o ppb), así como la cantidad de agua y etanol; se reporta el empleo de técnicas de microextracción en fase sólida y cromatografía de gases, pero muchas de estas técnicas presentan la desventaja de ser sólo cualitativas y no cuantitativas<sup>(51,54-56)</sup>.

#### 4.1.2 Compuestos químicos del tequila, determinación de sus posibles orígenes para su caracterización química

En esta área del estudio del tequila, de su producción se ha estado investigando sobre técnicas instrumentales apropiadas para identificar los compuestos químicos que caracterizan a esta bebida y asociar así materias primas y operaciones unitarias que influyen en dicha composición química.

Se reporta un estudio realizado sobre tequila, rones y brandys (Santillán 1998) para realizar una identificación cualitativa y semicuantitativa de diferentes ésteres (E:8, E:10, E:12, E:14, E:15, E:16, E:16.1, E:16.2, E:17, E:18, E:18.1 y E:18.2. descritos en tabla 26), y ser asociados con materias primas para caracterizar así los diferentes tipos de bebidas (Tabla 27); esto se realizó empleando microextracción en fase sólida como técnica preparativa y la identificación por medio de cromatografía de gases (Anexo I, sección A.5 a A.7)<sup>(54-56)</sup>.

**Tabla 26.** Compuestos Químicos identificados y reportados por Santillán en 1998<sup>(54)</sup>.

Codificación	Compuesto
E:8	Octanoato de etilo
E:10	Decanoato de etilo
E:12	Dodecanoato de etilo
E:14	Tetradecanoato de etilo
E:15	Pentadecanoato de etilo
E:16	Hexadecanoato de etilo
E:16.1	$\Delta^9$ -hexadecenoato de etilo
E:16.2	$\Delta^9$ - $\Delta^{12}$ -hexadecenoato de etilo
E:17	Heptadecanoato de etilo
E:18	Octadecanoato de etilo
E:18.1	$\Delta^9$ -Octadecenoato de etilo
E:18.2	$\Delta^9$ - $\Delta^{12}$ -Octadecadienoato de etilo

Las concentraciones de estos ésteres fluctuaron desde  $2.37 \times 10^{-2} \mu\text{g/mL}$  de octadecanoato de Etilo (E:18) hasta  $34.76 \mu\text{g/mL}$  de hexadecanoato de etilo (E:16), quedando el resto de los ésteres descritos en la tabla dentro de este intervalo de concentraciones.

**Tabla 27.** Ésteres identificados en Tequila y su relación con tipo de bebida y origen de la materia prima (Santillán 1998)<sup>(54)</sup>.

<b>Ésteres</b>	<b>Posibles fuentes de obtención y relación con el tipo de tequila.</b>
Ésteres E:16 y E:18.2	Se relacionan con Tequilas que tienen al agave como única fuente de carbono (carbohidrato).
Ésteres E:10 y E:12	Relacionados con bebidas que se elaboran a partir de mostos cuya fuente de carbono principal es la sacarosa.
Ésteres E:16 y E:18.2	Para los Tequilas blancos, añejos y reposados, las proporciones de ésteres (E:16 y E:18) ya sea que ambas concentraciones sean altas, medias o bajas (pero similares las dos), se asocia a Tequilas 100% de Agave; por lo tanto se relacionan con el origen de la materia prima agave. Se reporta que el brandy nacional tiene un comportamiento similar a los Tequilas 100% de agave sometidos a procesos de reposo o añejamiento, pero si se cuenta con la presencia del éster E:18.1 es indicativo de este tipo de brandy.
Éster E:16	El éster E:16, parece estar relacionado directamente con el origen de la materia prima y los Tequilas elaborados sólo con agave poseen mayor porcentaje de este compuesto, mientras que bebidas elaboradas con azúcar de caña (aguardiente y rones) tienen bajo porcentaje de éste.
Éster E:18.2	La proporción alta de E:18.2 y baja de E:16 fue encontrada en una bebida llamada "Bacanora de Sonora", se podría parecer a tequilas obtenidos a partir de 100% de agave si la proporción del éster E:16 fuera igualmente alta. La proporción del E:18 disminuye cuando un tequila es sometido a un proceso de reposo o añejamiento y su proporción disminuye aún más cuando aumenta su grado de añejamiento.
Éster E:15	Se presenta en un porcentaje alto en algunos Tequilas reposados; por lo tanto este éster es indicativo de proceso de elaboración
Éster E:18.1	La presencia de este éster es discriminativo para el brandy nacional
Ésteres E:15 y E:17	Se relaciona su origen con la síntesis de microorganismos presentes durante la fermentación y que éstos en su ruta de síntesis de ácidos grasos en lugar de partir de Acetil coenzima A, utilicen Propionil Coenzima A, dando como resultado final ácidos grasos con átomos de carbono noes que al combinarse con parte del etanol (producto de la fermentación), sean transformados como ésteres etílicos.



Por lo tanto para determinar si un tequila es 100% de agave, independientemente que sea tequilas blanco, añejo y/o reposado, las proporciones de los ésteres (E:16 y E:18), deben ser iguales a concentraciones altas, medias o bajas; si en este comportamiento se cuenta con la presencia del éster E:18.1 es entonces indicativo de discriminación para brandy tipo nacional.

La presencia del éster E:15, al presentarse en concentraciones altas, podría ser criterio de discriminación para tequilas reposados.

La presencia de los ésteres E:10 y E:12, podrían ser empleados para discriminar a tequilas mixtos y aguardientes, debido a que su presencia se asocia con bebidas que se elaboran a partir de mostos cuya fuente de carbono principal es la sacarosa.

#### 4.1.3 Compuestos reportados como criterio de clasificación de maduración del tequila

Se reporta en la tabla 28, los compuestos químicos a ser empleados como discriminadores en la evaluación de la maduración de tequila blanco, reposado y añejo; dichos compuestos han sido obtenidos por medio de una extracción simple y olfateados en un equipo de cromatografía de gases conocido como charm, por sus siglas en inglés y español respectivamente (Combined Hedonic Aroma Response Measurement, Medición de la Respuesta Hedónica del Aroma Combinada) cuyas unidades son adimensionales asignando un valor numérico arbitrario según la intensidad del compuesto detectado. Se reunió en este estudio cromatografía de gases y detectores biológicos (juez sensorial entrenado), observando que el tequila conforme es reposado o añejado, tiene un incremento en sus químicos volátiles.

**Tabla 28.** Intensidad de los químicos volátiles de Tequila Blanco, Reposado y Añejo

Compuestos	Nota aromática	Valores (charm)		
		Blanco	Reposado	Añejo
3-Metilbutanol	Alcohol	2407	2065	6515
Etil ester	Grasa	267	400	357
Feniletacetato	Tepache	1564	2415	3035
Fenilet alcohol	Dulce	6083	4560	7771
Eugenol	Medicinal	941	1498	2403
Ácido decanoico	Grasa	-	411	2102
Vainillina	Vainilla	1959	3641	5510

Por lo tanto se tiene un incremento gradual en la intensidad de los siguientes químicos volátiles, según el grado de maduración del Tequila: Feniletacetato, Eugenol, Ácido decanoico y Vainillina. El compuesto 3-Metil butanol se incrementa sólo para el Tequila Añejo. La cuantificación de estos compuestos, puede ser empleada para discriminar el grado de maduración de un Tequila.

#### 4.1.4 Compuestos reportados como marcadores entre la bebida tequila, frente a otras bebidas étnicas similares.

El tequila es similar a otras dos bebidas étnicas llamadas Mezcal y Sotol; El mezcal es una bebida realizada a partir del *Agave angustifolia*, *Agave salmiana* y *Agave karwinsii*, el cual también cuenta con una denominación de origen reconocida por la Organización Mundial de propiedad intelectual. El Sotol es una bebida elaborada apartir del *Agave Dasylirion wheeleri*, que preferentemente crece en los estados de Chihuahua y Durango.<sup>(68,69)</sup>

Mediante el empleo de la técnica microextracción en fase sólida (Anexo I, A7) y el empleo de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS), se identificaron tres compuestos químicos que sólo están presentes en cada bebida étnica en cuestión, tabla 29; también se reportan compuestos comunes entre ambas bebidas como: ácido acético y 2-feniletil éster, que está presente en mezcales y sotoles pero no en tequila.

**Tabla 29.** Compuestos químicos discriminativos para tequila, mezcal y sotol.<sup>(68,69)</sup>

Bebida	Marcador
Tequila	4,9-decadien,2-amino, N-butil
Mezcal	5-metil-2-furancarboxialdehído
Sotol	3-hidroxi-2-butanona

En la información reportada, se hipotetiza que si cada marcador se asocia a tequila, mezcal o sotol, entonces estos a su vez podrían estar relacionados con la especie de agave empleada para su obtención y por lo tanto la identificación de estos marcadores en el producto final, identificaría adulteraciones en tipos de agaves empleados para la obtención de cada bebida<sup>(71)</sup>. Dichos resultados serán completamente funcionales en el momento que se establezca al *Agave tequilana Weber var Azul* como generador directo del 4,9-decadien,2-amino, N-butil, como también el *Agave angustifolia*, *Agave salmiana* y *Agave karwinsii* como generadores del 5-metil-2-furancarboxialdehído y por último el *Agave Dasylirion wheeleri* como generador de la 3-hidroxi-2-butanona.

## 4.2 Caracterización Sensorial del Tequila

En el campo de estudio de las bebidas alcohólicas las características sensoriales tienen un papel importante. Se han hecho investigaciones netamente sensoriales para tipificar bebidas alcohólicas como el vino en algunos casos siguiendo dinámicas clásicas de la cata. Y otras más formalmente apegadas a una logística sensorial. En cerveza, se ha buscado también la tipificación general por métodos sensoriales, así como la diferenciación de sabores entre cervezas ale y lager. En whisky se han determinado umbrales de identificación de algunos congenéricos y se han establecido diferencias sensoriales entre whiskies hechos de malta y whiskies de mezclas.

Con respecto a relacionar datos instrumentales con sensoriales, se han determinado sustancias responsables del sabor y olor del whiskey vía cromatografía de gases, y se ha correlacionado esta información con datos sensoriales, igualmente se han estudiado factores de temperatura que afectan el sabor de esta bebida. En el caso de las cervezas gracias a los análisis descriptivos y estadísticos se han podido correlacionar análisis físicos, químicos y sensoriales de la cerveza. En base en estas correlaciones se hizo una clasificación de esta bebida.

Es importante señalar que la dificultad principal de relacionar datos sensoriales con datos instrumentales consiste en que un sabor específico no necesariamente está relacionado con un compuesto en particular, pueden ser varios y una combinación de proporciones muy definida, e incluso un compuesto en particular puede generar sabores distintos dependiendo de la concentración en la que se encuentre, por ejemplo las mercaptopirazinas.

En la Norma Oficial Mexicana (NOM) las especificaciones fisicoquímicas para cada tipo de Tequila son muy similares, lo que hace difícil su diferenciación y su caracterización. Por todo esto, se considera necesaria la investigación de esta bebida mexicana, tanto en aspectos fisicoquímicos como sensoriales<sup>(55-58,60,61)</sup>.

### 4.2.1 Aspectos Generales de la Evaluación Sensorial.

De acuerdo al Instituto de Tecnólogos en Alimentos (IFT), en su división Evaluación Sensorial se propone la siguiente definición: "La Evaluación Sensorial es una disciplina científica que se emplea para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones de aquellas características de los alimentos y otros materiales según como sean percibidos, por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído".

El uso de la Evaluación Sensorial, es una herramienta para la medición de las características de un producto y su aceptabilidad. Dicha disciplina proporciona información que ningún tipo de instrumento analítico puede dar, esto se logra gracias a que el ser humano tiene la capacidad de responder a diversos estímulos, en forma de respuesta integrada (proveniente de una selección e integración de información) mientras que en un aparato o técnica analítica, sólo responde a un estímulo de la misma manera, fría y aisladamente<sup>(55,56,61)</sup>.

#### 4.2.1.1 Evaluación sensorial aplicada a bebidas alcohólicas

En general la evaluación sensorial se enfrenta a dos tipos de variables, el producto y el evaluador.

En cuanto al producto. El principal problema en la evaluación sensorial de bebidas con alto contenido alcohólico es el efecto irritante del etanol que tiene en la cavidad retronasal y el aumento o disminución del % de alcohol en una bebida alcohólica, aumenta en forma significativa la apreciación de los compuestos que contribuyen en el sabor de la bebida alcohólica. Por lo tanto la concentración del contenido alcohólico es una variable de suma importancia en el momento de las pruebas.

En cuanto al evaluador. Se debe familiarizar al individuo con los procedimientos de evaluación, incrementar su capacidad, sensibilidad y memoria sensorial de manera que la persona pueda emitir juicios precisos constantes y reproducibles. Para lo cual se requiere de un entrenamiento que está en función al tipo de producto, del fin del estudio y de la capacidad de los jueces, incluso el tiempo de entrenamiento puede variar de manera individual<sup>(22,55,56)</sup>.

#### 4.2.2 Perfil del sabor del tequila.

Se tiene reportado por Franco y Coutiño (1997) el estudio del desarrollo del perfil del sabor a tequila mediante el análisis descriptivo cuantitativo (QDA, Anexo I, sección A.8); empleando tequila blanco, reposado, añejo y joven.

Las muestras de tequila se dieron diluidas al 20% para evitar saturación o fatiga, debida a la exposición de las papilas gustativas a cantidades altas de etanol. Para la evaluación de muestras, se empleó una escala estructurada de nueve puntos para cada descriptor.

La generación de atributos o descriptores fueron presentados en el orden en que los jueces los mencionaban, de mayor a menor frecuencia de aparición con base en su referencia (Tabla 30)<sup>(55)</sup>.

**Tabla 30.** Atributos de Sabor a Tequila<sup>(55)</sup>.

Descriptor	Definición.	Referencia.
Amargo.	Gusto básico por cafeína en solución.	Solución de cafeína 0.03% w/v en Solución de Tequila blanco al 20%.
Dulce	Gusto básico dado por fructosa en solución, frutal.	Solución fructosa 0.2% w/v
Ácido	Gusto básico por ácido cítrico en solución.	Solución de ácido cítrico 0.04% w/v en Solución de Tequila blanco al 20%.
Alcohol	Alcohol de caña, amargo, dulce, sensación de hormigueo en la lengua.	Solución destilado de Bacardí al 8%
Madera	Sabor que dan diferentes árboles cuando la madera ya está seca.	Muestras de madera en solución acuosa con etanol al 0.05%
Barro	Sabor de agua almacenada en un recipiente de barro, como a humedad ,	Agua almacenada un día en un recipiente de barro.

	notas terrosas.	
Mantequilla	Grasa butírica rancia, dulce.	Mantequilla rancia.
Seco	Seco como la sensación que dá el Whisky Cutty Sark	Dilución de Whisky Cutty Sark 50%.
Fruta cítrica	Nota cítrica que recuerda a cualquier fruta cítrica, Mezcal de jugo de naranja, limón, toronja, y mandarina en volúmenes iguales.	Mezcla de jugo de naranja, mandarina, toronja y limón en igual volumen.
Menta	Sensación de frescura que dá el sabor a menta de Taste maker.	Escencia de menta "Taste maker" diluida.
Plástico	Nota que da el aroma del plástico PVC.	Botella de plástico PVC.
Hierba Fresca.	Sabor que recuerda el aroma que da la parte externa de la savila.	Sávila.
Hierba Fresca	Sabor que dan las hojas y hierbas secas para cocinar, hierbas de olor (tomillo, laurel, mejorana, albahaca).	Hierbas de olor.
Fermentado	Sabor que recuerda el aroma que la Levadura par panificación.	Levadura para panificación.
Quemado	Sabor a tortilla quemada.	Tortilla quemada.
Fruta	Sabor afrutado a pera y sabor que recuerda el aroma que dá la cascara de la manzana roja.	Pera fresca y manzana roja.
Especies	Mezclas de especies tales como comino, orégano, clavo y pimienta en igual proporción.	Mezcla de pimienta, clavo, comino y orégano en polvo y en igual peso.
Resabio Amargo	Sensación que queda después que se ha detectado el gusto amargo.	Referencia originada por el mismo juez.
Resabio Dulce	Sensación que queda después que se ha detectado el gusto dulce.	Referencia originada por el mismo juez
Resabio Acido.	Sensación que queda después que se ha detectado el gusto ácido.	Referencia originada por el mismo juez

Cabe mencionar que el gusto dulce se percibió como la sensación que dá la fructosa en solución, y no la sacarosa. Esto se debe a que la nota dulce presente en el Tequila es frutal, por la materia prima de que proviene (el agave contiene como fuentes de carbono sólo polímeros de fructosa llamado inulina).

El descriptor plástico se consideró un defecto, por ser una nota "no natural", que no debería estar presente en una bebida alcohólica<sup>(55)</sup>.

#### 4.2.3 Datos y gráficos de radar obtenidos por tipo de tequila.

A continuación se mencionan los datos y diagramas de radar reportados por tipo de tequila analizado, Tequila Blanco tabla 31 y figura 23; Tequila Reposado tabla 32 y figura 24; Tequila Añejo tabla 33 y figura 25; Tequila Joven tabla 34 y figura 26 y gráfico consolidado figura 27.

**Tabla 31.** Datos reportados para tequila blanco<sup>(55)</sup>.

DESCRIPTOR.	MEDIA	DESVIACIÓN STD.
Amargo.	6.366	1.607
Dulce	3.7	1.705
Acido	3.866	1.736
Alcohol	5.866	1.383
Madera	3.133	1.852
Barro	3.1	2.106
Mantequilla	1.633	2.092
Seco	5.00	1.742
Fruta cítrica	2.333	1.748
Menta	2.866	1.833
Plástico	1.366	1.902
Hierba fresca	2.000	2.228
Hierba seca	1.500	1.383
Fermentado	3.030	2.008
Quemado	3.800	2.497
Fruta	2.133	2.300
Especias	1.666	1.262
Resabio Amargo	5.133	1.655
Resabio dulce	2.433	2.254
Resabio ácido.	2.900	2.122

**Figura 23.** Gráfico de Radar para Tequila Blanco.



Fuente: Franco, S.M. 1997

En la figura 23 (datos en tabla 31) correspondiente al tequila blanco, se puede observar que los atributos que se presentan con mayor intensidad fueron el amargo, alcohol, resabio amargo, seco, quemado y fermentado. Los atributos que se presentaron con una menor intensidad son los de hierba seca, plástico y mantequilla. El atributo seco, presenta mayor intensidad que el atributo dulce; entre menor cantidad de azúcares residuales se tienen, mayor es la cantidad del atributo seco y entre mayor sea la cantidad de estos azúcares, se incrementa el atributo dulce.

**Tabla 32.** Datos reportados para Tequila Reposado<sup>(55)</sup>.

DESCRIPTOR.	MEDIA	DESVIACIO STD.
Amargo.	6.100	1.028
Dulce	4.366	2.125
Ácido	3.733	2.164
Alcohol	6.200	1.030
Madera	3.900	2.218
Barro	3.333	2.089
Mantequilla	1.233	1.612
Seco	4.833	1.839
Fruta cítrica	2.733	1.720
Menta	3.100	1.768
Plástico	1.066	1.874
Hierba fresca	2.000	2.051
Hierba seca	1.600	1.544
Fermentado	4.366	2.632
Quemado	3.433	2.500
Fruta	3.133	2.750
Especias	1.600	1.773
Resabio Amargo	4.900	1.604
Resabio dulce	2.833	2.275
Resabio ácido.	2.666	1.899

Figura 24. Gráfico de Radar para Tequila Reposado



Fuente: Franco,S.M. 1997.

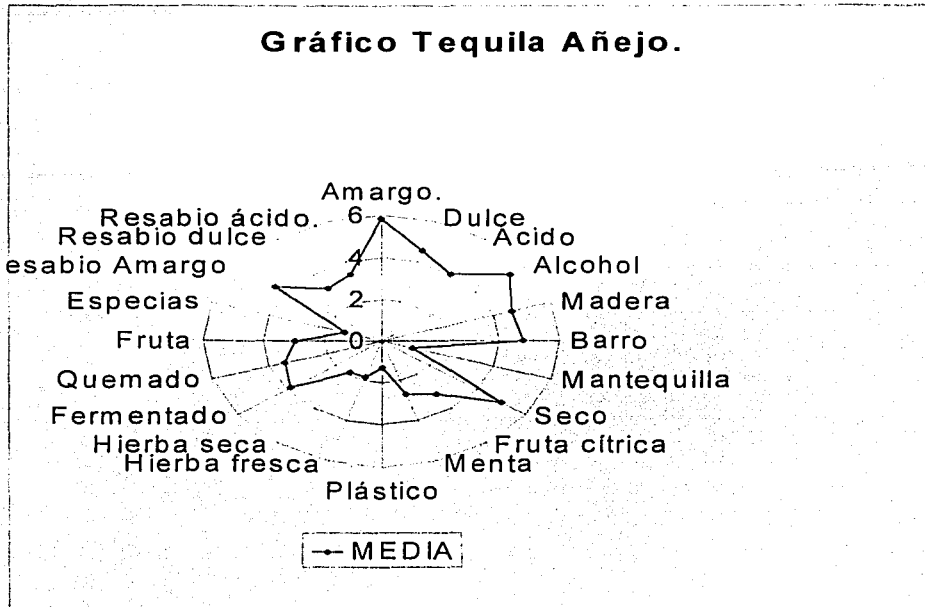
En la figura 24 (datos tabla 32), tequila reposado se reporta el perfil con los atributos cuya mayor intensidad fueron: amargo, alcohol, seco, fermentado y resabio amargo. De los que presentaron menor intensidad fueron los atributos de plástico y mantequilla.



**Tabla 33.** Datos estadísticos reportados para Tequila Añejo<sup>(55)</sup>.

<b>DESCRIPTOR.</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓ STD.</b>
Amargo.	5.833	1.315
Dulce	4.533	2.080
Ácido	3.933	2.016
Alcohol	5.400	1.566
Madera	4.600	2.110
Barro	4.766	2.568
Mantequilla	1.100	1.539
Seco	5.00	1.722
Fruta cítrica	3.133	1.888
Menta	2.666	1.881
Plástico	1.266	1.964
Hierba fresca	1.800	2.024
Hierba seca	1.866	1.676
Fermentado	3.800	2.618
Quemado	3.433	2.387
Fruta	2.933	2.664
Espicias	1.333	1.422
Resabio Amargo	4.433	1.813
Resabio dulce	3.100	2.249
Resabio ácido.	3.333	1.971

Figura 25. Gráfico reportado para Tequila Añejo.



Fuente: Franco,S.M. 1997

En la figura 25 (datos tabla 33), tequila añejo los atributos de amargo, alcohol, madera, barro, seco, fermentado, quemado y resabio amargo, fueron los que se encontraron con mayor intensidad en la muestra de tequila añejo, también se aprecia que los atributos que se presentan con menor intensidad para este tipo de tequila fueron los atributos mantequilla, especias y plástico. El gráfico de araña se presenta más redondeado que los anteriores, debido a que este tipo de tequila pasa más tiempo en barricas, favoreciendo a la formación de nuevos compuestos y así intensificar los atributos ya existentes.

**Tabla 34.** Datos reportados para Tequila Joven<sup>(55)</sup>.

DESCRIPTOR.	MEDIA	DESVIACIÓN STD.
Amargo.	5.600	1.849
Dulce	4.433	1.906
Ácido	3.566	1.735
Alcohol	5.666	1.321
Madera	3.300	1.859
Barro	2.433	1.887
Mantequilla	3.200	3.166
Seco	4.300	1.950
Fruta cítrica	2.033	1.711
Menta	2.600	1.792
Plástico	1.933	2.180
Hierba fresca	1.933	2.083
Hierba seca	1.900	1.826
Fermentado	2.933	2.490
Quemado	3.866	2.224
Fruta	2.000	2.117
Especias	1.300	1.664
Resabio Amargo	4.533	1.613
Resabio dulce	3.033	2.413
Resabio ácido.	3.033	1.991

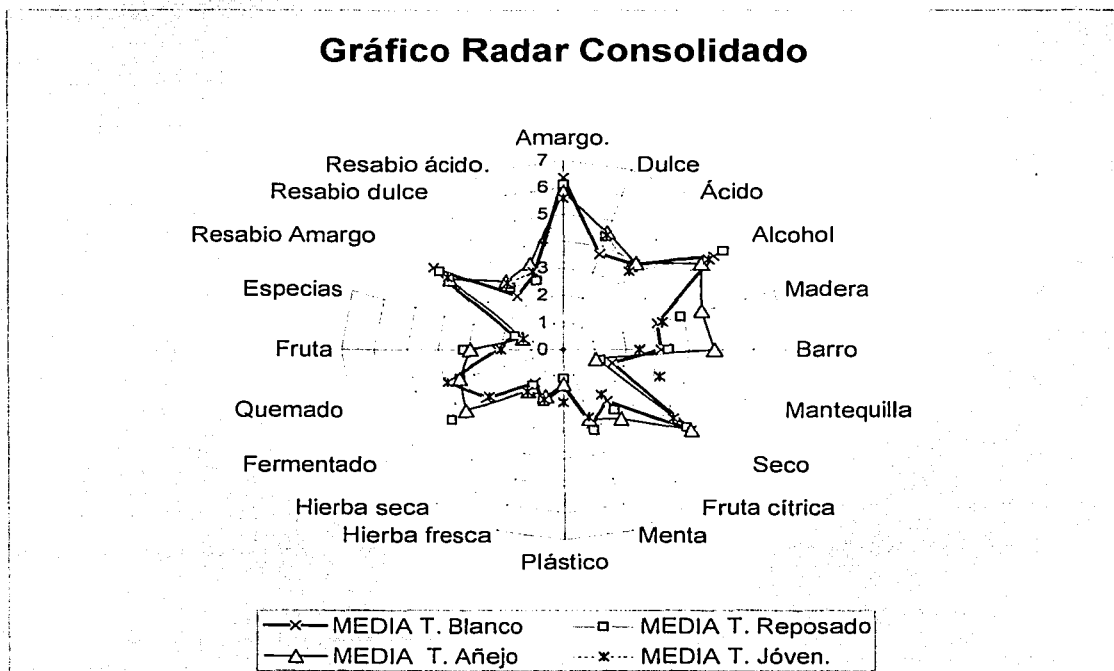
**Figura 26.** Gráfico reportado para Tequila Joven



Fuente: Franco,S.M. 1997

En la figura 26 (datos tabla 34), para el tequila joven los atributos más intensos que se reportan son: amargo, alcohol, seco, quemado, fermentado y resabio amargo; en contraparte, los que se reportan con menor intensidad son los atributos hierba seca, hierba fresca, plástico y especias.

**Figura 27.** Gráfico de Radar consolidado para Tequilas Blanco, Reposado, Añejo y Joven<sup>(55)</sup>.



Fuente: Franco, S.M. 1997

#### 4.2.4 Resultados obtenidos por atributo y tipo de tequila.

Analizando los atributos alcohol, madera, barro, mantequilla, fruta cítrica, hierba fresca, fermentado, fruta; comparandose entre los 4 tipos de tequila se reporta su estudio por medio de la prueba de duncan (comparación entre medias, datos provenientes de las tablas 31 a 34), encontrando diferencias significativas con un  $\alpha=0.1$  y con  $\alpha=0.05$ ; los cuales se muestran en la tabla 35. <sup>(55)</sup>

**Tabla 35.** Atributos analizados por medio de prueba de Duncan entre los 4 tipos de Tequila<sup>(55)</sup>.

Atributo	Conclusiones
Alcohol	<p>En el atributo alcohol se evaluó con un <math>\alpha=0.1</math>, existió diferencia significativa entre el Tequila Reposado y el añejo; para los tequilas reposado, joven y blanco fueron similares entre sí.</p> <p>Cabe Mencionar que a mayor tiempo de permanencia en una barrica, la nota a alcohol se disminuye, ya que algunos compuestos se transforman y aparecen otros compuestos que son extraídos de la barrica, haciendo el sabor del Tequila “más suave”, es decir enmascaran esta nota alcohólica.</p> <p>En el caso del Tequila Joven, fue menos intenso en comparación que el reposado y el blanco, debido a que este tipo de Tequila no pasa tiempo en la barrica, entonces para suavizar su sabor son abocados, lo que ayuda a enmascarar su nota a alcohol.</p> <p>El Tequila reposado permanece por lo menos dos meses en la barrica por lo cuál es lógico que presentara este una menor intensidad en esta nota.</p>
Madera	<p>El atributo a madera se evaluó con un <math>\alpha=0.05</math> y se reporta diferencia altamente significativa entre el Tequila añejo y los demás Tequilas.</p> <p>El Tequila añejo, presenta mayor intensidad en este atributo, seguido del reposado, joven y blanco. Esto es debido a que a mayor tiempo de permanencia en la barrica, mayor será su sabor a madera.</p> <p>El Tequila joven no se añeja, pero se le agregan aditivos para suavizar su sabor, y estos son los que proporcionan la nota a madera.</p>
Barro	<p>El atributo a barro se evaluó con un <math>\alpha=0.05</math> y se reporta diferencia altamente significativa en el sabor barro entre los diferentes tipos de Tequila.</p> <p>El Tequila añejo es el que presentó mayor intensidad en el sabor a barro, superior a las demás, seguido del reposado, el blanco y por último el joven; esto se interpreta como una nota, que se encuentra en el tequila pero se intensifica con el tiempo que pasa en las barricas durante su período de maduración.</p>
Mantequilla	<p>El atributo a mantequilla se evaluó con un <math>\alpha=0.05</math> y se reporta que todas las muestras presentaron una nota a mantequilla.</p> <p>El Tequila joven es el Tequila que presenta la nota a menor proporción.</p>
Fruta Cítrica	<p>El atributo a fruta cítrica se evaluó con un <math>\alpha=0.05</math> y se reporta que entre el Tequila blanco y joven no hay diferencia significativa y estos a su vez</p>

	<p>fueron significativamente diferentes al Tequila añejo que además presentó mayor intensidad en dicho atributo, seguido por Tequila reposado, blanco y joven abocado.</p> <p>Los compuestos que dan la nota a fruta cítrica son terpenos, la madera puede contener estos compuestos y a mayor tiempo de permanencia en las barricas se intensifica esta nota.</p>
Hierba Fresca	<p>El atributo a hierba fresca se evaluó con un <math>\alpha=0.1</math> y se reporta que el Tequila añejo, fue significativamente diferente a las otras tres muestras de Tequila las cuales fueron similares entre sí.</p> <p>El Tequila añejo tuvo la mayor intensidad de este atributo; dicho atributo puede estar relacionado con el agave.</p> <p>Es probable que el atributo aumenta su intensidad con el añejamiento, es decir conforme aumenta el tiempo de reposo en las barricas, el sabor a hierba fresca se incrementa.</p>
Fermentado	<p>El atributo a fermentado se evaluó con un <math>\alpha=0.05</math> y se reporta que para los Tequilas blanco y joven, fueron significativamente diferentes entre sí.</p> <p>El atributo a fermentado se relaciona al proceso de elaboración del Tequila y este atributo a su vez, tal vez dependa de la marca del Tequila, ya que en el proceso de fabricación, hay variaciones entre cada fabricante.</p>
Fruta	<p>El atributo a fruta se realizó con un <math>\alpha=0.05</math> y se reporta diferencia significativa entre el Tequila reposado, blanco y joven, que fueron similares entre sí. Los Tequilas reposados y añejo, también fueron similares entre ellos. Por otro lado también se encontró diferencia significativa entre el Tequila añejo, joven y blanco.</p> <p>Por lo tanto para los Tequilas reposado y añejo, este atributo se presenta con mayor intensidad.</p>

**Tabla 36.** Atributos analizados por tipo de Tequila<sup>(55)</sup>.

Tipo de Tequila	Atributos con mayor intensidad	Atributos con menor intensidad
Blanco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amargo</li> <li>• Alcohol</li> <li>• Resabio Amargo</li> <li>• Seco</li> <li>• Quemado</li> <li>• Fermentado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hierba seca</li> <li>• Plástico</li> <li>• Mantequilla</li> </ul>
Reposado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amargo</li> <li>• Alcohol</li> <li>• Seco</li> <li>• Fermentado</li> <li>• Resabio Amargo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plástico</li> <li>• Mantequilla</li> </ul>
Añejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amargo</li> <li>• Alcohol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantequilla</li> <li>• Especies</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madera</li> <li>• Barro</li> <li>• Seco</li> <li>• Fermentado</li> <li>• Quemado</li> <li>• Resabio Amargo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plástico</li> </ul>
Jóven	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amargo</li> <li>• Alcohol</li> <li>• Seco</li> <li>• Quemado</li> <li>• Fermentado</li> <li>• Resabio Amargo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hierba Fresca</li> <li>• Hierba Seca</li> <li>• Plástico</li> <li>• Especias</li> </ul>

De manera general, los atributos sensoriales que caracterizaron a cada tipo de Tequila fueron:

- Tequila Blanco: amargo y resabio amargo.
- Tequila reposado: alcohol, fermentado, fruta y menta.
- Tequila añejo: madera, barro, fruta cítrica, hierba fresca.
- Tequila Joven, mantequilla y plástico.<sup>(55)</sup>

## CAPÍTULO V

### Legislación y Normatividad del Tequila

#### 5.1 Denominación de origen

La denominación de origen es una figura jurídica reconocida internacionalmente por medio de la cual se impide el uso genérico de los nombres que han alcanzado prestigio y notoriedad, para designar productos locales con características distintivas que provienen de un medio natural con factores propios. Es decir el origen e historia de dicho nombre asociado, debe ser comprobable mediante documentos y escritos; además debe de tener una producción y elaboración continua.

Diversos países han hecho valer sus denominaciones de origen y han obtenido amplios beneficios al conservar la exclusividad del nombre geográfico de un gran número de sus productos; por ejemplo: Cognac y Champagne.

El Tequila cuenta con una denominación de origen. (1,4,5,12,55,56,105)

Las características de la denominación de origen son expuestas a continuación:

- Tienen un carácter eminentemente territorial
- Tienen un carácter colectivo, esto debido a la pluralidad de beneficiarios
- El titular de la denominación de origen es el poder público
- Es necesario convenir internacionalmente, bilateral o multilateralmente a fin de proteger la denominación de origen a nivel internacional.

#### 5.1.1 Cronología en la obtención de la denominación de origen

La industria tequilera de Jalisco inició en 1943 gestiones ante diversas secretarías de Estado para obtener la exclusividad del nombre "Tequila". El 16 de Agosto de 1944 La Secretaría de Salubridad y Asistencia (Oficio Núm. 240/1073) expresó "su conformidad para que el nombre Tequila sea aplicado exclusivamente al aguardiente potable obtenido por destilación de agave que se produce en el municipio de Tequila y otras regiones del Estado de Jalisco" y pidió a la entonces Secretaría de la Economía Nacional que resolviera el asunto. Sin embargo, esta dependencia no tuvo base legal para actuar en tal sentido, según lo comunicaron 12 años después (oficio Núm. 26187 del 22 de noviembre de 1956) a la Secretaría General de Gobierno del Estado de Jalisco, aunque reconociendo que la palabra Tequila correspondía a las llamadas "designaciones de origen". En 1965 debido al aumento de la participación del Tequila en los mercados internacionales, otros países empezaron a emplear el nombre, argumentando que se trataba de un denominación genérica, debido a que México aún no lo había protegido.



El 31 de octubre de 1958, México había suscrito el tratado internacional conocido con el nombre de Arreglo de Lisboa, relativo a las denominaciones de origen y a su protección internacional, el cual fue ratificado por la cámara de senadores el 28 de diciembre de 1962; la adhesión se depositó el 21 de febrero de 1964 y fue promulgado por el Presidente de la República el 9 de abril de ese año, adquiriendo el carácter de Ley Constitucional. Fue hasta el 30 de diciembre de 1972 cuando se expidió el decreto que reformó y adicionó la Ley de Propiedad Industrial con el Capítulo X del Título Tercero, relativo a la denominación de origen. Esta disposición fue publicada en el Diario Oficial el jueves 4 de enero de 1973. El 27 de abril, de 1973 la Cámara Regional de la Industria del Tequila presentó una solicitud correspondiente ante el Secretario de Industria y Comercio, para que se emitiera la Declaratoria General de Protección a la Denominación de Origen Tequila, esta solicitud fue acordada favorablemente el 22 de Noviembre de 1974. Como resultado de esta declaratoria Estados Unidos fue el primer país en reconocer que el Tequila es un producto distintivo y exclusivo de México. <sup>(2,3,13)</sup>

El 13 de Octubre de 1993 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-1993 Bebidas Alcohólicas-Tequila-Especificaciones y entró en vigor el día siguiente de su expedición.

El día 27 de mayo de 1997 la Unidad Europea reconoce la denominación de origen del Tequila, lo cual le da protección a nivel mundial. En Bruselas, Bélgica La Unión Internacional de la Propiedad de Registro Intelectual firmó un acuerdo en el que se protegió el nombre Tequila, término que podrá ser usado exclusivamente en México (sólo por 5 estados) y por ley ningún otro país puede hacer un producto con el nombre de Tequila.

Finalmente el 3 de diciembre de 1997, se publicó una versión definitiva de la norma oficial mexicana NOM-006-SFCI-1994, Bebidas Alcohólicas-Tequila-Especificaciones; en ella se cita que con motivo de la Declaración General de Protección a la denominación de origen "Tequila", el estado mexicano se constituye como único titular de dicha denominación, en virtud de corresponder a un producto distintivo de México; con esto al producto mexicano da amplias oportunidades de exportación y protege a la industria nacional del Tequila de las imitaciones.

En la Denominación de Origen del Tequila, se resaltan los siguientes puntos:

- La denominación, proviene del nombre tanto del volcán o cerro, como de la población a la fecha convertida en ciudad, que lleva ese mismo nombre, ambos situados al norte y a 58 Km. De la ciudad de Guadalajara, capital de Jalisco.
- El nombre de Tequila ha sido invariablemente significativo de la exclusiva localización geográfica donde se produce el aguardiente del *Agave Tequilana Weber var azul*, el cual corresponde a una región característica en cuanto al tipo de topografía, suelos, clima, altitud sobre el nivel del mar, precipitación pluvial y condiciones de luminosidad.
- El *Agave tequilana Weber var azul* cultivado en esa región lleva así mismo las condiciones naturales que le han sido impuestas por el territorio, resultando diferente cualquier otro que tenga esa procedencia.
- La intervención de los habitantes de la región, ha sido determinante no sólo en cuanto al cultivo del Agave, sino a todo tipo de esfuerzo realizado por casi dos siglos para lograr

que su producto haya alcanzado notoriedad y prestigio en todo México y en el mundo entero.

El vínculo cultural entre el territorio y el producto y la denominación de origen está también de manifiesto en las costumbres y el folklore que caracterizan a la región Tequilera.

A grandes rasgos le procedimiento internacional de registro de una denominación de origen se expone a continuación:

- Se reconoce la protección de denominación de origen en el país solicitante.
- Se realiza un registro de la denominación de origen ante la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) en Ginebra Suiza.

Ahora, en México el procedimiento general para declarar la protección de una denominación de origen se presenta a continuación:

Se realiza a través de una declaración general de protección (emitida por la Secretaría de Economía) u otras entidades estatales que tengan interés jurídico para ello. (1,4,5,12,39,55-58,62-66,74,105)

### 5.1.2 Empleo de la denominación de origen

El titular de la denominación de origen, será el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y solamente podrá utilizarse dicha denominación, con autorización de la Secretaría de Economía y por lo tanto ningún particular podrá ser titular de una denominación de origen.

La Secretaría de Economía tramitará por medio de la Secretaría de Relaciones Exteriores, el registro de las denominaciones de origen, con el objeto de obtener protección internacional.<sup>(105)</sup>

La denominación de origen sólo puede ser utilizada por aquellas personas físicas o morales que tengan establecidas sus destilerías o fábricas en el territorio que, como del origen del producto con ese nombre; además para tener el derecho a usar la denominación de origen, esta deberá tramitarse ante la Secretaría de Economía, adquiriendo obligaciones y derechos del usuario de dicha denominación. El territorio de origen, corresponde a los siguientes estados, listados a continuación y ejemplificados en la figura 28 y 29 (página 81 y 82):

Jalisco íntegro (124 municipios).

Nayarit (8 municipios); Ahuacatlán, Amatlán de Cañas, Ixtlán del Río, Jala, Jalisco, San Pedro de Lagunillas, San María del Oro y Tepic.

Guanajuato (6 municipios); Abasolo, Cd. Manuel Doblado, Cuerámara, Huanímaro, Penjamo y Purísima del Rincón.

Michoacán (30 municipios); Briseñas de Matamoros, Chavinda, Chilchota, Churintzio, Cotija, Ecuandurco, Jacona, Joquílpan, Maravatío, Nuevo Parangaricutiro, Numarán, Pajacuarán, Peribán, La Piedad, Regules, Los Reyes, Sahuayo, Tancitaro, Tangamandapio, Tangancicuaro, Tanhuato, Tinguindín, Tocumbo, Venustiano Carranza, Villa Mar, Vista Hermosa, Yurecuaro, Zamora, Zináparo y Marcos Castellanos.

Tamaulipas (11 municipios); Aldama, Alatomira, Antiguo Morelos, Gomez Farías, González, Llera, Mante, Nuevo Morelos, Ocampo, Tula, y Xicotencatl<sup>(12)</sup>.

El uso ilegal de la denominación de origen incluye indicaciones en la etiqueta del producto como: “género”, “tipo”, “manera”, “imitación” u otros similares que crean confusión en el consumidor o implique competencia desleal.<sup>(105)</sup>

## **5.2. Acreditamiento del CRT.**

El Consejo Regulador del Tequila es un organismo acreditado para verificar y certificar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana (NOM-006-SCFI-1994, Bebidas Alcohólicas-Tequila-Especificaciones), para lo cual cuenta con el Acreditamiento de la Entidad Mexicana de Acreditación UVNOM 002 con referencia No. 99UV0016 como Unidad de Verificación y con el No. 05 con oficio 312.16.98.055 como Organismo de Certificación acreditado por la Secretaría de Economía<sup>(12,55)</sup>.

### **5.2.1 Verificación y Certificación por el CRT.**

Cuando un producto ha sido certificado por el CRT, implica que ha sido verificado de manera documental y ocular (diagrama 2), así como comprobación física por medio de muestreo y análisis de laboratorio, el cumplimiento de la NOM del tequila; este procedimiento se realiza en las instalaciones del fabricante a todo lo largo del proceso de elaboración, se realiza un balance de materias primas y materiales presentes en el proceso de transformación, prueba con la que se garantiza que el producto no ha sido adulterado; la principal ventaja de que un producto lleve el sello del CRT, es sinónimo de su genuinidad.

La verificación se extiende a las compañías envasadoras. Estas compran tequila a granel a los fabricantes y luego lo envasan con sus marcas, aunque entre ambos siempre debe existir un convenio de corresponsabilidad autorizado por el IMPI.

El principal certificado que recibe la empresa es el “Certificado de Conformidad de Producto”, el cuál se otorga por categorías, para tequila (o tequila mixto) y otro para tequila 100% de agave. En base a esto, se certifica cada lote de producción<sup>(12,65)</sup>.

### **5.2.2 Autorización para el empleo de la Denominación de Origen, Obtención del Dictámen Técnico.**

Requisitos para solicitar el dictamen técnico

El Dictamen Técnico es uno de los requisitos que pide la Dirección General de Normas (DGN) y el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), para tramitar el Número de registro para uso de la contraseña oficial (NOM) y la autorización para el uso de la Denominación de Origen Tequila (DOT).

Se expide a solicitud de los productores de tequila, quienes deberán presentar la siguiente información:

- Presentar la Solicitud de Prestación de Servicios, misma que será proporcionada por el CRT.
- Llenar cuestionario de dictaminación, que proporciona el CRT.
- Copia del Registro Federal de Contribuyentes.

- Copia de la última declaración al pago de impuestos sobre la renta, o alta de Hacienda, si es una empresa nueva.
- Copia del acta constitutiva, en la que se especifique el nombre de sus principales directivos y su representante legal.
- Copia de escrituras, contrato de arrendamiento o contrato de comodato, certificada por Notario.

Con la solicitud y la documentación antes señalada, personal del CRT verificara en las instalaciones del fabricante el cumplimiento de la Norma del Tequila, durante la elaboración de un lote, y validara la información ostentada en el cuestionario de dictaminación.

La verificación comprenderá desde la entrada del agave hasta el producto terminado. Con los resultados favorables de la verificación se emitirá el Dictamen Técnico.

El tiempo del trámite del dictamen corresponderá al tiempo en que la empresa productora se tarde en elaborar el tequila<sup>(12,65)</sup>.

### **5.2.3 Autorización para el empleo de la Denominación de Origen, Obtención del Certificado de Conformidad.**

Los requisitos para la obtención del certificado de conformidad, se enlistan a continuación:

- Presentar la Solicitud de Prestación de Servicios, misma que le será proporcionada por el CRT.
- Copia del registro federal de contribuyentes.
- Copia de la última declaración al pago de impuestos sobre la renta, o alta de Hacienda si es empresa nueva.
- Copia del acta constitutiva, en la que se especifique el nombre de sus principales directivos y su representante legal.
- Copia de escrituras, contrato de arrendamiento o contrato de comodato, según sea el caso (Certificada por Notario Público).
- Copia del Dictamen Técnico, expedido por el CRT.
- Copia del Oficio de Denominación de Origen Tequila (DOT).
- Copia del oficio con el Número de Registro para el uso de la Contraseña Oficial (NOM).

Cabe mencionar que una vez teniendo el certificado de conformidad y el dictamen técnico, el productor de tequila, puede asociarse al CRT.<sup>(12,64-65)</sup>

### **5.2.4 Requisitos para Comercializar Tequila.**

De conformidad con el apartado 10.1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-1994, Bebidas alcohólicas – Tequila – Especificaciones; todo el tequila que se comercialice debe estar certificado por un organismo de certificación acreditado, como es el caso del Consejo Regulador del Tequila (CRT).

A través de la verificación permanente se constata el cumplimiento de la NOM Tequila, para obtener la certificación.

Esta medida la toma un tercero imparcial que es precisamente el CRT; que garantiza que el Tequila, cumple con la NORMA OFICIAL MEXICANA DEL TEQUILA. El Consejo Regulador del Tequila emite los siguientes certificados:

**Certificado de Conformidad de Producto:** (para dar cumplimiento al punto 10.1 de la Norma del Tequila), se otorga a solicitud de productores de tequila, para tequila y tequila 100% de agave; tiene vigencia de un año, el cual se renueva automáticamente si la Unidad de Verificación comprueba el cumplimiento con la Norma del Tequila.

**Certificado de Conformidad Nacional:** (Para dar cumplimiento al apartado 8.3.3.6 de la Norma del Tequila), Se otorga a solicitud de productores de tequila, en sus ventas de tequila a granel, a envasadores nacionales; Es un certificado por lote, se otorga siempre y cuando el lote de tequila este amparado con un Certificado de Conformidad de Producto.

La empresa envasadora que reciba el certificado deberá contar con verificación permanente por parte del CRT.

**Certificados de Exportación:** Se otorga a solicitud de personas físicas o morales, siempre y cuando el lote de tequila a exportar este amparado por un Certificado de Conformidad de Producto. Si es a granel, se otorga exclusivamente a los productores de tequila, para dar cumplimiento a lo dispuesto en los Artículos 3º de la Ley del Impuesto General de importación y exportación; 127 de la Ley Aduanera; y 7º del acuerdo por el que se reforma y adiciona al diverso que establece las fracciones arancelarias de la Tarifa de la Ley del Impuesto General de Importaciones y Exportaciones, que clasifica a las mercancías sujetas al cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas de carácter obligatorio<sup>(12,39,65,66)</sup>.

### **5.2.5 Obligaciones del Productor Certificado.**

El productor (cliente del CRT) certificado se obliga a:

a) Proporcionar toda la información que sea requerida por el personal del Consejo respecto a sus adquisiciones de materia prima y/o tequila, ventas, proveedores, clientes, marcas, autorizaciones gubernamentales, equipo, procesos, métodos de elaboración, especificaciones y demás información relevante a efecto de que el Consejo tenga datos adecuados para la presentación de sus servicios.

b) A colaborar y cooperar con el Consejo para determinar cualquier hecho que indique los motivos por los cuales el Producto pueda no estar en cumplimiento de la Norma del Tequila e inclusive, compartir dicha información con el Consejo desde el momento en que el Cliente tenga conocimiento y tomar e informar al Consejo de, cualquier medida correctiva para remediarlo.

c) En caso de que el Consejo lleve a cabo muestreos del Producto del Cliente en cualquier lugar que no sea la fábrica, planta o bodega del Cliente, a informar de inmediato al poseedor del Producto muestreado de la autorización del Consejo para proceder de dicha forma y a proporcionar al afectado la cantidad de Producto que el Consejo haya tomado como muestra para efectos de sus servicios de supervisión.

- d) El cliente deberá pagar al Laboratorio que lleve a cabo las Pruebas sobre el Producto verificado, las tarifas que por sus servicios cobre al cliente.
- e) El cliente se compromete a que en caso de que el Consejo tenga que dedicar cantidades extraordinarias de tiempo o de recursos para determinar el cumplimiento o no, del Producto con la Norma del Tequila que resulten del incumplimiento del cliente, de ajustarse a la Norma del Tequila o que sus niveles de control sean inferiores a los normalmente en vigor por empresas similares, el cliente deberá pagar cuotas adicionales al Consejo al recibir de éste las facturas correspondientes.
- f) El cliente sólo podrá utilizar la Marca CRT en los documentos que hagan referencia a los Productos que hayan sido Certificados. Esto se hará de forma que no induzca a confusión alguna. Queda por lo tanto prohibido usar la marca CRT en cualquier tipo de documentación con otros fines que los especificados anteriormente.
- g) El producto certificado que ostente la marca CRT, no está exento del cumplimiento con otros ordenamientos legales de Mercado o Información Comercial que le corresponda.
- h) El uso de la Marca CRT y/o la aceptación del Certificado, constituye una declaración y plena obligación del cliente, de que los Productos a los cuales se apliquen cumplan con la Norma del Tequila y que lo continuarán cumpliendo hasta su consumo final.
- i) Queda prohibido hacer uso de la Marca en cualquier documentación con otros fines que los expuestos en los párrafos anteriores o que causen o induzcan confusión.
- j) El uso indebido de la marca CRT esta sujeto a la cancelación o suspensión de los certificados o de requerirse de acciones legales por parte del Consejo Regulador del Tequila.
- k) El titular del certificado se obliga a mantener el producto en las mismas condiciones que dieron origen al certificado, en el entendido de que en caso de incumplir con lo anterior, se estará violando las disposiciones previstas en la NOM-006-SCFI-1994, Bebidas alcohólicas – Tequila – Especificaciones. Si este fuera el caso, perderá la certificación del CRT y se informará inmediatamente a las autoridades competentes<sup>(12,64,65)</sup>.

#### **5.2.6 Derechos del Productor Certificado.**

- a) El Consejo se compromete a prestar los servicios de la verificación y certificación del tequila solicitados por el Cliente, siempre y cuando éste cumpla con sus obligaciones descritas en el presente contrato y pague las cuotas establecidas por el Consejo.
- b) El Consejo prestará sus servicios al cliente siguiendo los procedimientos previstos en los manuales correspondientes.

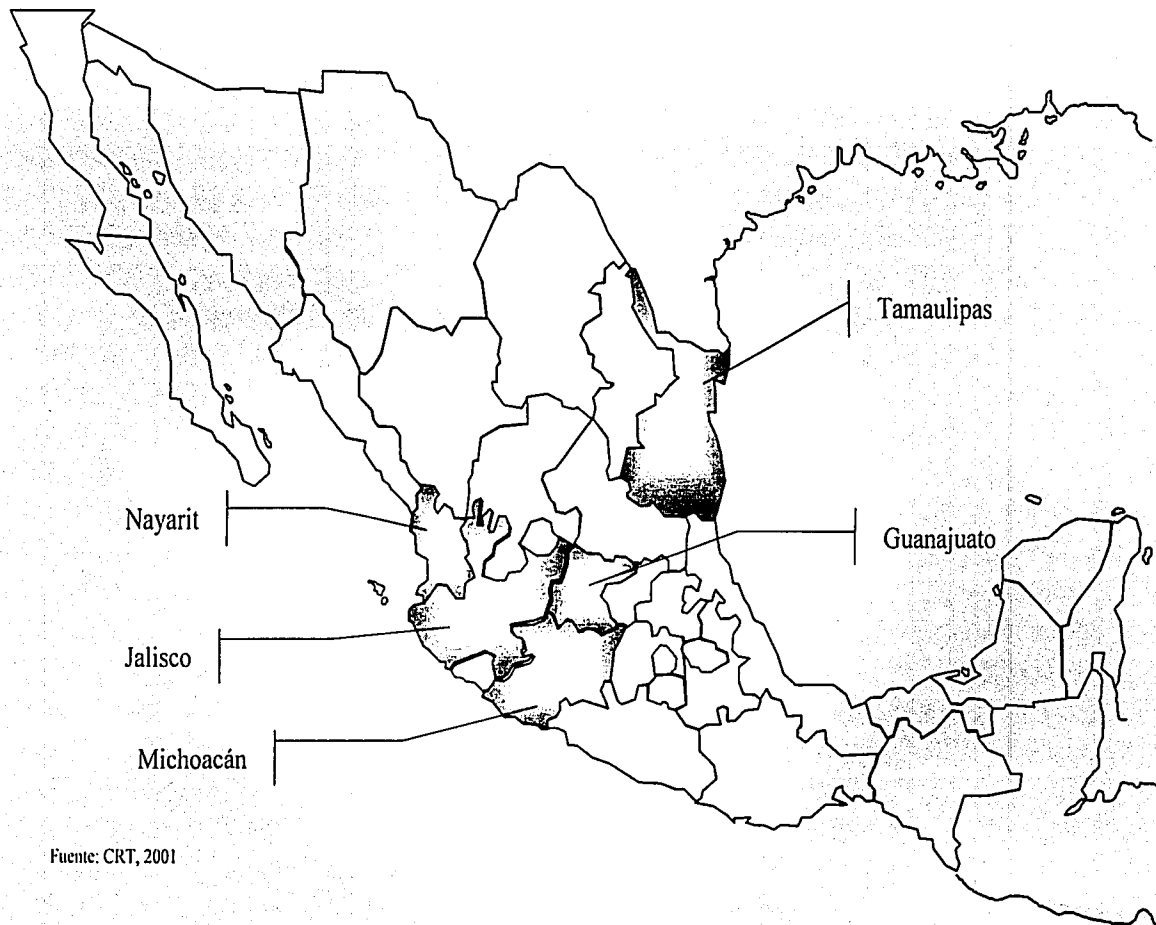
- c) En el supuesto de que el Producto del Cliente cumpla, conforme los Manuales y Procedimientos del Consejo y con las características y especificaciones de la Norma del Tequila, el Consejo expedirá el Certificado correspondiente.
- d) La emisión del Certificado da derecho al cliente a utilizar la marca CRT, en el producto certificado, lo cual es exclusivo para los productos que estén amparados con el Certificado de Conformidad de Producto.
- e) La ostentación de la marca, es garantía de que el producto cumple con la Norma Oficial Mexicana para el Tequila en vigor y por lo tanto es un producto certificado, por lo que la utilización de la marca CRT deberá cumplir con las siguiente disposición:
- f) La marca CRT deberá utilizarse sólo en el envase, empaque y/o embalaje del producto, en la documentación del cliente y en su publicidad, lo anterior deberá ostentarse en forma permanente e indeleble, en lugar visible y respetando las dimensiones que establezca el CRT<sup>(12,64,65,81)</sup>.

#### **5.2.7 Infracciones de la normatividad**

En caso de que el consejo detecte alguna infracción a la normatividad, levanta un acta y la turna a la Dirección General de Normas de SECOFI, la cuál emite una resolución y sanciones correspondientes: Para el fabricante la sanción va desde el cierre temporal hasta el cierre definitivo de su planta, en tanto que el envasador puede suspenderse su marca.

Para evitar que lleguen al consumidor tequilas falsos o adulterados, el CRT firmó un convenio con la Profeco para la realización del Programa Nacional de Verificación y Vigilancia de Bebidas Alcohólicas<sup>(12,64,65)</sup>.

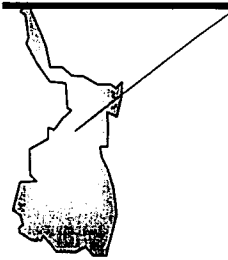
## ZONA PROTEGIDA POR LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN TEQUILA



Fuente: CRT, 2001



## ZONA PROTEGIDA POR LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN TEQUILA POR ESTADO Y MUNICIPIO



### Tamaulipas, 11

- Aldama
- Altamira
- Antiguo Morelos
- Gomez Farías
- González
- Llera
- Mante
- Nuevo Morelos
- Ocampo
- Tula
- Xicotencatl



### Guanajuato 6

- Abasolo
- CD. Manuel Doblado
- Cueramaro
- Huanimaro
- Penjamo
- Purísima del Rincón



### Nayarit 8

- Ahuacatlan
- Amatlán de Cañas
- Ixtlán del Río
- Jala
- Jalisco
- San Pedro de Lagunillas
- Santa María del Oro
- Tepic



### Michoacán 30

- Briseñas de Matamoros
- Chavinda
- Chilchota
- Churintzio
- Cotija
- Ecuandureo
- Jacona
- Jiquilpan
- Maravatío
- Nvo. Parangaricutiro
- Numaran
- Pajacuaran
- Periban
- La Piedad
- Regules
- Los Reyes
- Sahuayo
- Tancitaro
- Tangamandapio
- Tangacicuaro
- Tehuacan
- Tinguindin
- Tocumbo
- Venustiano Carranza
- Villa Mar
- Vista Hermosa
- Yurecuaro
- Zamora
- Zinaparo
- Marcos Castellanos



### Jalisco 124

- Los 124 Municipios que integran el Estado de Jalisco.

## CAPÍTULO VI

### Comercio del Tequila

#### 6.1 Comercio del Tequila, panorama actual.

Con base a estadísticas del banco mexicano de comercio exterior y datos anuales del CRT (Consejo Regulador del Tequila), el consumo nacional e internacional del tequila en los últimos años ha ido en aumento. Este crecimiento se refleja inclusive en la cantidad de nuevas marcas de tequila que circulan para ambos mercados (nacional e internacional), para lo cual en el mes de marzo del 2002, el CRT certificó 651 marcas de Tequila destinadas a mercado nacional y 206 marcas para el mercado internacional.

Además, datos de la Secretaría de la Secretaría de Economía, muestran que el consumo nacional de Tequila ha ido en aumento y según la Asociación Mexicana de Sommeliers la tendencia actual es seguir aumentando, siempre y cuando el producto tenga calidad y buen precio.

Para el consumo a nivel internacional, la tendencia es también de aumento, lo cuál implica un crecimiento en la producción de la bebida y de esta manera mayor generación de ingresos al país ya que en el año 1999, en sólo exportaciones de Tequila, ingresaron al estado de Jalisco 200 millones de dólares; por lo tanto la industria del tequila es el pilar de la economía jalisciense y también como generadora de empleos, ocupando para el mismo año un total de 36688 personas distribuidas en: 33 mil campesinos que cultivan el agave, 2090 obreros, 1485 empleados y agentes de ventas, así como 113 técnicos en control de calidad. Siendo esta industria también una importante fuente de empleo para muchos mexicanos.<sup>(10,12,92)</sup>

De manera general la producción y comercio del tequila tuvo y un crecimiento de 1995 al año 1999 (boom del tequila) y con una baja de manera generalizada para el año 2000 y 2001; para el mismo período de tiempo, más del 50% del Tequila producido tuvo como destino mercados extranjeros en donde para el año 2000 Estados Unidos fue el principal comprador de la bebida (con un 83%) seguido de Europa (11.1%) y otros países (5.9%), donde mayoritariamente se distribuye en América Latina. Este Tequila (principalmente Tequila 51% de agave, 49% adjuntos) se exportó de la forma Tequila a granel (tipos Tequila joven y blanco) y de manera secundaria se exportó Tequila (51% de agave, 49% adjuntos) de la forma Tequila envasado (tipo Tequila reposado y blanco principalmente).

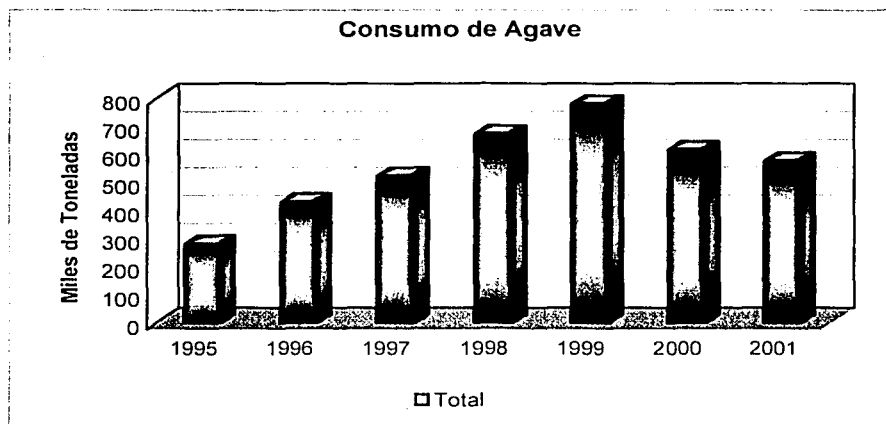
Actualmente el Tequila que se envasa en territorio nacional (año 2001 y 2002) aparece con menor graduación alcohólica, bajando esta de 40 a 38% alc. Volumen.

El comportamiento en cuanto a producción y consumo de esta bebida desde 1995 hasta el 2001, lo podemos analizar en los gráficos agrupados dentro de este capítulo.

### 6.2 Consumo de Agave

El consumo de *Agave tequilana Weber var azul*, del año 1995 al año 1999, tuvo un crecimiento sostenido (periodo del boom del tequila), siendo que para 1999, se consumieron 780.2 miles de toneladas; para el año 2000 y 2001, este consumo se redujo (período de crisis del agave) para los años 2000 y 2001; se pronostica que esta tendencia será a la baja para el año 2002, mientras se tenga un equilibrio en el control y planeación del consumo del agave para producir Tequila. Esto lo podemos ver a detalle de forma gráfica en la figura 28 y de forma numérica en la tabla 37.

**Figura 28** Consumo de Agave para elaboración de Tequila (en miles de toneladas).



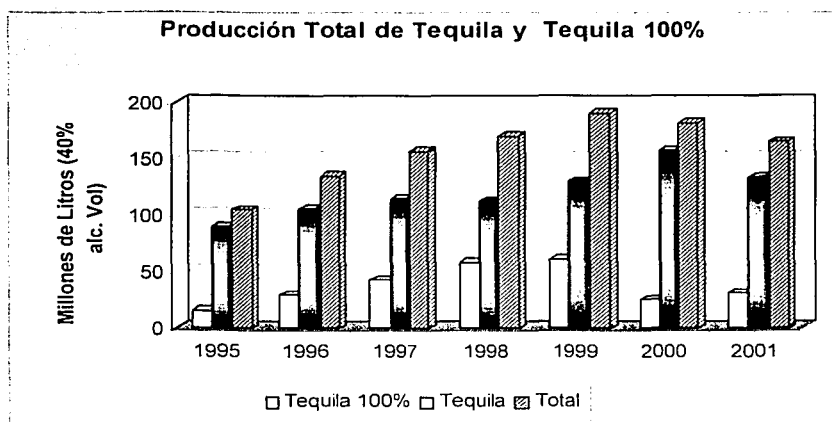
**Tabla 37.** Consumo de Agave para elaboración de Tequila (miles de toneladas).

Año	Total
1995	278.7
1996	429.6
1997	522.3
1998	672.1
1999	780.2
2000	615
2001	574.8

### 6.3 Producción de Tequila y Tequila 100%

Para la producción de Tequila mixto, como para Tequila 100% de agave, vemos que de 1995 al año 1999 se mantiene en crecimiento, alcanzando un máximo en 1999 con 190.6 millones de litros (como total de tequila a 40% alc. Vol); esta producción se inclina hacia la obtención de tequila 100%; para el año 2000 y 2001, la producción total de tequila tuvo un ligero decremento, pero para dichos años la producción de tequila 100% tiende a mantenerse (Figura 29 y tabla 38).

**Figura 29** Producción Total Tequila y Tequila 100% volúmenes expresados a 40% alc. Vol. Millones de litros.



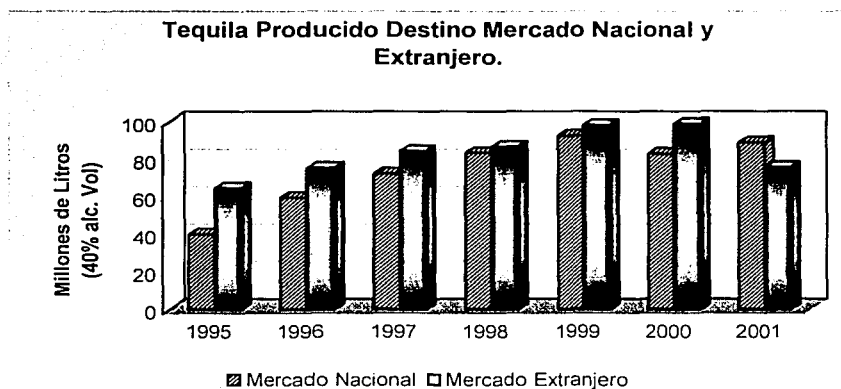
**Tabla 38.** Producción Total Tequila y Tequila 100% volúmenes expresados a 40% alc. Vol. Millones de litros.

Año	Tequila 100%	Tequila	Total
1995	15.6	88.7	104.3
1996	29.4	105.3	134.7
1997	43	113.5	156.5
1998	58	111.8	169.8
1999	61.5	129.1	190.6
2000	25.1	156.5	181.6
2001	31.2	133.2	164.4

**6.4 Producción Total para Mercado Nacional y Mercado de Exportación de Tequila.**

Sobre el total del Tequila producido (Tequila y Tequila 100%) en el año 1995, el 61.8%, se destino al mercado extranjero, el resto al mercado nacional; de manera general (basando las tendencias entre 1995 y el 2001) un aproximado del 50% (sobre el total de tequila producido), se exporta hacia diferentes destinos.

**Figura 30.** Producción para el Mercado Nacional y el Mercado de Exportación. Expresados a 40% alc. Vol Millones de litros.



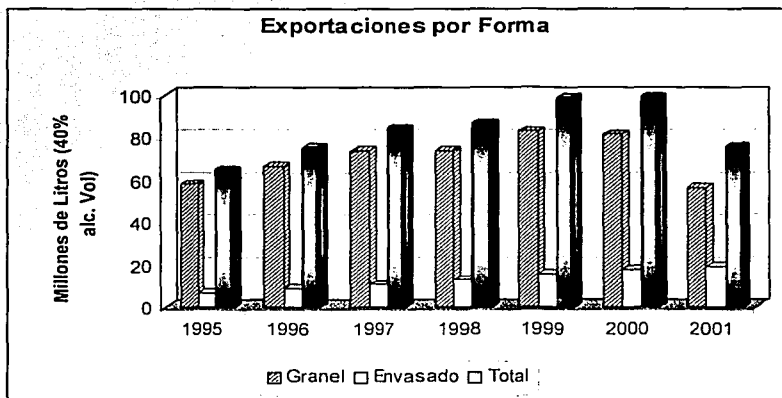
**Tabla 39.** Producción Mercado Nacional y Mercado de Exportación. Expresados a 40% alc. Vol Millones de litros.

Año	Tequila Producido (Total)	Mercado Nacional	Mercado Extranjero
1995	104.3	39.8	64.5
1996	134.7	59.5	75.2
1997	156.5	72.2	84.3
1998	169.8	83.3	86.5
1999	190.6	92.4	98.2
2000	181.6	82.8	98.8
2001	164.4	88.8	75.6

**6.5 Forma de exportación; Tequila a granel, Tequila envasado.**

El Tequila exportado, se realiza de un 80 a 89% a granel. El incremento en general de las exportaciones se da durante los años de 1995 a 1999, con un posterior decremento para el año 2001 (figura 6.4 y tabla 6.4). La exportación de Tequila de forma envasado sigue siendo minoritaria.

**Figura 31.** Exportaciones por Forma (Volúmenes expresados a 40% alc. Vol. Millones de litros).



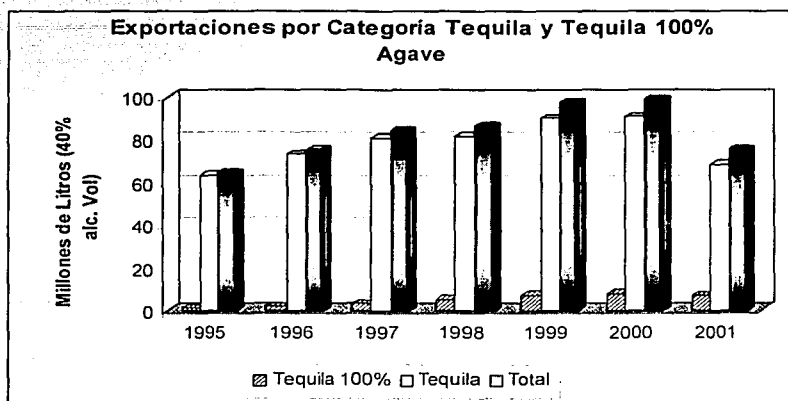
**Tabla 40.** Exportaciones por Forma (Volúmenes expresados a 40% alc. Vol. Millones de litros).

Año	Granel	Envasado	Total
1995	58	6.5	64.5
1996	66.3	8.9	75.2
1997	73.7	10.6	84.3
1998	73.6	12.9	86.5
1999	82.8	15.4	98.2
2000	81.3	17.5	98.8
2001	56.4	19.2	75.6

**6.6 Exportaciones por Categoría Tequila y Tequila 100%.**

De el total exportado (indistintamente envasado o a granel), el Tequila mixto se exporta mayoritariamente frente al Tequila 100% de agave.

**Figura 32.** Exportaciones Categoría Tequila y Tequila 100% de Agave (Volúmenes expresados a 40% de alc. Millones de litros).



**Tabla 41.** Exportaciones Categoría Tequila y Tequila 100% de Agave (Volúmenes expresados a 40% de alc. Millones de litros).

Año	Tequila 100%	Tequila	Total
1995	1.1	63.4	64.5
1996	2	73.2	75.2
1997	3.3	81	84.3
1998	5	81.5	86.5
1999	7.2	90.1	97.3
2000	8.1	90.7	98.8
2001	7	68.6	75.6

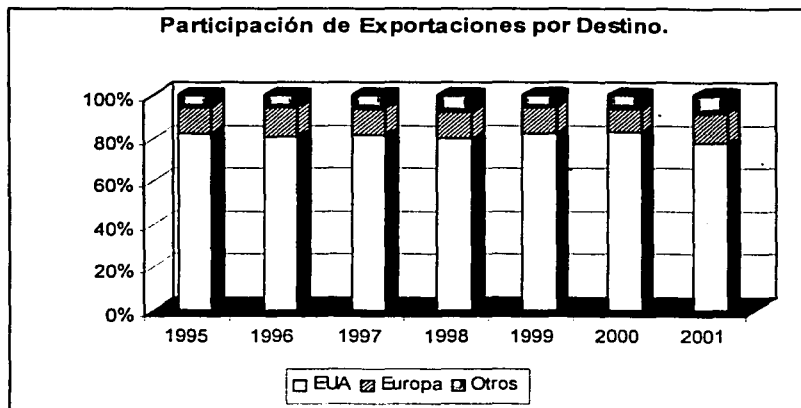
**6.7 Exportaciones de Tequila por destino geográfico.**

Las exportaciones de Tequila tienen como principal comprador a los Estados Unidos, los cuales funcionan a su vez como consumidores y distribuidores de la bebida; de hecho en el año 2000, el tequila representó el 4.5% de participación de mercado (Market Share) dentro de su mercado licorero. El segundo destino del tequila exportado es la Comunidad Europea, los cuales, han mantenido su consumo del año 1995 al 2000 e incrementándose hacia el 2001. El Tercer destino del tequila exportado, es muy diverso, pero principalmente lo constituye América Latina, la cual queda englobada como otros destinos ( tabla 42, figuras 33, tabla 6.7.1)<sup>(12,65,67)</sup>.

**Tabla 42.** Exportaciones por Destino, Volúmenes expresados a 40% Alc. Vol. Millones de litros.

<b>Año</b>	<b>EUA</b>	<b>Europa</b>	<b>Otros</b>	<b>Total</b>
1995	54	8	3.5	65.5
1996	61	10	4.2	75.2
1997	69	10	5.3	84.3
1998	69	11	6.5	86.5
1999	80	12	5.3	97.3
2000	82	11	5.8	98.8
2001	58.6	10.6	6.4	75.6

**Figura 33.** Participación Exportaciones por Destino.





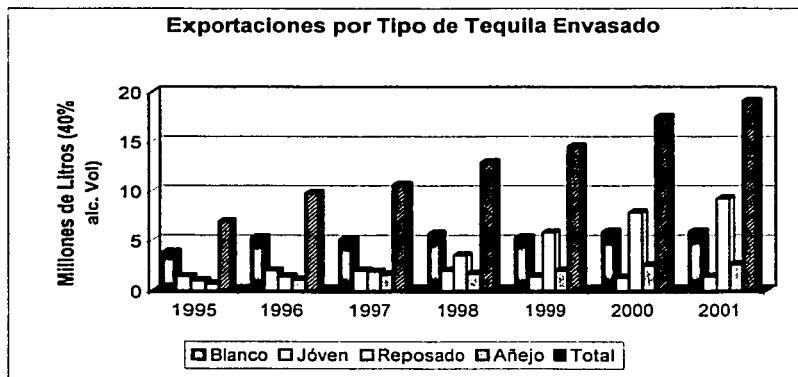
**Tabla 43. Participación Exportaciones por Destino.**

<b>Año</b>	<b>EUA</b>	<b>Europa</b>	<b>Otros</b>
1995	82.4	12.2	5.3
1996	81.1	13.3	5.6
1997	81.9	11.9	6.3
1998	79.8	12.7	7.5
1999	82.2	12.3	5.4
2000	83.0	11.1	5.9
2001	77.5	14.0	8.5

### 6.8 Exportaciones por tipo de Tequila envasado

Las exportaciones por tipo de tequila envasado se realiza principalmente hacia dos categorías: Tequila reposado y Tequila blanco, los cuales a su vez del año 1995 al 2001, su tendencia ha sido de incremento (figura 34, tabla 6.7).

**Figura 34.** Exportación por Tipo. Envasado (volumenes expresados a 40% Alc. Vol. Millones de litros)



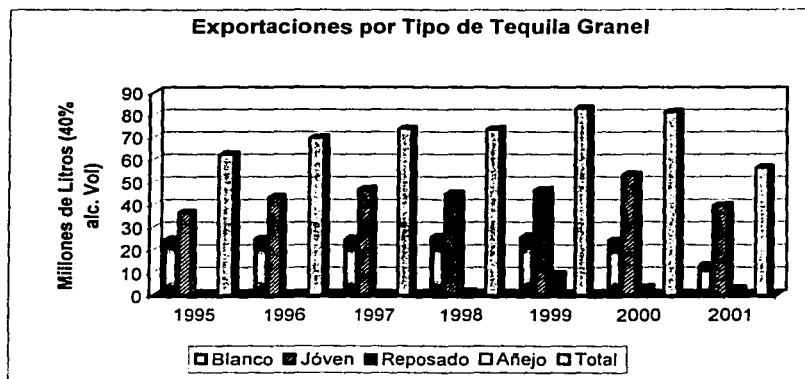
**Tabla 44.** Exportación por Tipo. Envasado (volumenes expresados a 40% Alc. Vol. Millones de litros)

Año	Blanco	Jóven	Reposado	Añejo	Total
1995	3.8	1.4	1	0.7	6.9
1996	5.3	2	1.4	1.1	9.8
1997	5.1	2	1.9	1.6	10.6
1998	5.7	2	3.5	1.7	12.9
1999	5.3	1.4	5.8	2	14.5
2000	5.9	1.3	7.8	2.5	17.5
2001	5.9	1.4	9.2	2.6	19.1

### 6.9 Exportaciones por tipo de Tequila a granel

Las exportaciones a granel de tequila del año 1995 al 2000, su tendencia fue de crecimiento; para el año 2001 registró esta vía de comercialización una baja apreciable (Figura 35 y tabla 45). Dentro de esta categoría de exportación, el tequila joven seguido por el tequila blanco, son los principales comercializados a granel; en cambio, para el tequila añejo y reposado, su comercialización por esta vía es muy baja.

**Figura 35.** Exportaciones por Tipo: a Granel Volúmenes expresados a 40% Alc. Vol. Millones de litros



**Tabla 45.** Exportaciones por Tipo: a Granel Volúmenes expresados a 40% Alc. Vol. Millones de litros

Año	Blanco	Joven	Reposado	Añejo	Total
1995	24.6	36.4	0.4	0.8	62.2
1996	25	43.3	0.5	0.9	69.7
1997	24.8	46.9	1	1	73.7
1998	25.9	44.9	1.7	1.1	73.6
1999	25.8	46.4	9.5	1.2	82.9
2000	24.2	53.2	3.5	0.4	81.3
2001	13.2	39.7	3	0.5	56.4

### 6.10 Marcas de Tequila Mercado Nacional

En el mes de marzo del 2002, el CRT certificó para el mercado nacional 651 marcas de Tequila pertenecientes a 87 empresas productoras (también certificadas); lo cual indica la magnitud e importancia de contar con la certificación del CRT, como también el tener una normatividad aplicable, objetiva y no obsoleta.<sup>(12)</sup>

**Tabla 46.** Empresas y Marcas de Tequila con Mercado Nacional, Certificadas en Marzo del 2002 por el CRT<sup>(12)</sup>.

Empresa	Marca
Agave Tequilana Prod. Y Comercializadora, SA CV.	Oro azul, Diablo, Don Alejo, Adelita, Garrafa Azul, Tesoro Azteca, Aha Toro, El Olvido, 1921.
Agaveros Unidos de Amatitlán, S.A. de C.V.	Miravalle, Terrafirme, Gran Reserva de Jalisco, Raza Azteca, Sol de Jalisco, Forcao Reposado, Diva Maya, Partida.
Agroindustrias Amatitlán, S. De R.P. De R.I.	Del Valle Azul
Agroindustrias Santa Clara, S.P.R. de R.L.	Nativo, Haciendas, Tierra del Sol, Cava de los Beas.
Agroindustrias Guadalajara, SA de CV.	Charro de Oro, Jaliscience, 30-30, El Conquistador, Las Trancas, Torito Legendario, Atalaje, El Señor, Rey de Copas, 0.720, Amo Aceves.
Casa Berrueco, S.A. de C.V.	Berrueco
Casa el Andariego, S.A. de C.V.	El Andariego, Papa Juan, Don Juan, El Capataz, Reserva de Don Juan.
Catador Alteño, S.A. de C.V.	Catador, Barranca de Viudas, Catador Alteño, Barrancas.
Compañía Tequilera la Quemada, S.A. de C.V.	El Reformador, 4 Copas, El Cantador.
Compañía Destiladora de Acatlán, S.A de C.V.	Gallo de Oro, Emperador Azteca.
Compañía Tequilera de Arandas, S.A. de C.V.	El Charro, Hacienda de Tepa, Tres Caballos, Tepa, Antigua Cruz, Codorniz, Máximo, Tres Reyes, El Puente, Chilango, Xavier Fox.
Corporación Ansan, S.A. de C.V.	Sublime, Honorable, El Rincón, Los Kikirikis, Los Camperos, Caudillo, Alazán, Parranderos, Conde Luna, La Cuarta Generación, Ermitaño, Herladico, Aguila, Tequero, Don Alipio, Amor Mio, Don Gustavo, Hacienda de los Agaves, La Divina, Agave de la Casa, Luna Azul. Rural, Sol de México, Don Cástulo, Con Orgullo. El Clásico de Luis Enrique, Mega 2000. Comala, Allende, Don Fernando, Juanito, La Media Luna, El

	Guerrillero, Reserva de Don Alfonso, La Faena de Don Jaime, Bracero, Cuautla, Mi Tierra Linda.
David Partida Zuñiga.	Hacienda de Oro, El Payo, XQ, Amatitense, El Último Agave.
Destiladora Azteca de Jalisco, SA de CV	El Gran Viejo, Arette, Bolero, Cancún, Ley, Ley 0.925, Don Ranulphon, Arette Unique, Casa Fuerte.
Destiladora del Valle de Tequila, SA de CV.	La Rienda, D'Castillon, El Rey del Cabrito, De Los Morante.
Destiladora los Magos, S.A. de C.V.	Calera, Chavolla, Don Morris, Reserva de Oro.
Destiladora de Agave Azul, S.A., de C.V.	La Tarea
Destiladora de Los Altos, S.A. de C.V.	Hacienda Vieja, Espuela de Oro.
Destiladora González González, S.A. de C.V.	Juárez, Silla, Cacama, Los Juanes, Del Mayor, Cantera, Mayor, Hussong's, El Mayor Reserve, Maxim's de Paris.
Destiladora la Barranca, S.A. de C.V.	Jarro Viejo, Escaramusa.
Destiladora San Nicolás, S.A. de C.V.	El Espolón, Castores, Corazón de Agave.
Destiladora San José de Gracia, S.A. de C.V.	Época Dorada
Destiladora de Jalisco, S.A de C.V.	Q La Querencia.
Destiladoras Santa Cruz, S.A, de C.V.	Tucán.
Destiladoras Unidas, S.A, de C.V.	Tolteca
Elaboradora y Procesadora de Agave y sus Derivados.	Revolucionario 501, Don Germán, Siete Negro, Toreros, La Migra, Estampa de Jalisco, Hechiceros.
Empresa Ejidal Tequilera Amatitlán.	Regional
Fábrica de Aguardientes de Agave La Mexicana SA CV	El Corral, México Viejo, La Savia de mi Tierra, Insignia, Corral Viejo, Llano Grande, Don Benito,
Fábrica de Tequila el Nacimiento, S.A. de C.V.	El Nacimiento.
Fábrica de Tequila la Tapatía, S.A. de C.V.	Sanchez y Sanchez
Fábrica de Tequilas Finos, S.A. de C.V.	Zapopan, Tenoch, Efecto, Tonalá, Stallion, Los Azulejos.
Feliciano Vivanco y Asociados, S.A. de C.V.	Viva México Buscadores, Plantador.
Grupo Industrial Tequilero de los Altos de Jalisco, S.A. de C.V.	Sangre Azul y Campanario.
Impulsora Rombo, S.A. de C.V.	Zafarrancho.
Industrialización Desarrollo Santo Tomás, S.A. de C.V.	Los Valientes.

Industrializador de Agave San Isidro, S.A. de C.V.	Los Cristeros, Tierra Roja, Don Ramón, Don Jacinto, El Rancho de Nuevo Laredo, 3 Garantías, Nacional, Farías, El Amo, 4 Machos, Cibola, Rancho de Jalisco, Tierra Nuestra, Compañero, El Catrín, Gran Cuerno de Chivo, Cuerno de Chivo, Los Socios, Mustango, Cristeros, Orgullo de Jalisco, Hacienda de Los González, Roble 2000, Pretal, Leyenda Antigua, Embajador Jaliscience, Leyenda del Milagro, Romance, Cava Antigua, Tecolote, Tlatoani, Villaseñor, Mixton, Casta, Charrería, Xel-Ha, Mapilli.
Industrializadora Integral de Agave, S.A. de C.V.	Don Alvaro, Buen Amigo.
J.D.C., S.A de C.V.	Los Ruíz, Mariachi, Olmeca, Coyote.
J. Jesús Partida Melendrez.	Tres Mujeres, Misionero, Rebozo, Santa Bárbara, El Delirio, Nostalgia, El Retablo, Tesoro Hacendado, San Pascual Bailon, Reserva de Don Cres, Miramontes.
Jorge Michel Padilla.	Volcán.
Jorge Salles Cuervo y Sucesores, S.A de C.V.	El Tequilero, El Tequileño Especial.
José Asención Sandoval Villegas.	El Chorruto, A todo Mecate.
La Cofradía, S.A. de C.V.	Tres Alegres Compadres, Los Cofrades, La Cofradía, De los Dorados, Pepe Vinoria, La Hormiga, Artillero, Arroyo Negro, Goyri, Canicas, Comalteco, Sevilla la Villa, Real Valledero, Ortigoza, Amate, 1910, Constitución de Querétaro, Don Marcial, Don Mariano, Cava del Villano, Azulejos, Don Primo, CN Casa Noble, De los Altos, Jalisco Alegre, Boom, Caballo Dorao, Sombrero, Finca Real, Coronel, Imperial, El Señor, Nueva Era, San Blas, Aguascalientes, La Montura, El teporocho, Tekio, Villa-Lobos, Gemma, De Terreal, Durango, Casta Criolla, Hacienda de la Flor, Omega, Mecapalero, Labriego, Sausalito, 1810, El Tirador, Acumbaro.
La Madrileña, S.A. de C.V.	Jarana, Don Pancho, Mayorazgo, El Grito, Premier, Puerto Vallarta, Surcos, Mexica.
Marco Antonio Huerta, S.A. de C.V.	DV Don Valente
Metlalli, S.A. de C.V.	Buen Agave, Nuñez.
María Luisa Gómez, S.A. de C.V.	Las Remudas, El Tesoro de mi Pueblo.
Pernord Ricard México, S.A. de C.V.	Viuda de Romero Blanco, Viuda de Romero Joven, Viuda de Romero Reposado, Inmemorial Viuda de Romero, Real Hacienda, Alteño.

Procesadora de Agave Penjamo, S.A. de C.V.	Real de Penjamo.
Productos Finos de Agave, S.A. de C.V.	Campo Azul, Del Jacal, Mexicanissimo, Del Gordo, Ancestra, Del Padre, Rancho Alegre, Aficionado, Santa Esmeralda, Mexitlaly, Cumbres, Casa Real, La Querencia, El Barzón.
Provedora y Procesadora de Agave Tres Hermanos, S.A. de C.V.	El Fogonero.
Ruth Ledesma Macías, S.A. de C.V.	Barajas, Don Andrés B, Navajas, Raíces.
Tequila Arriero, S.A. de C.V.	El Arriero.
Tequila Artesanal de Los Altos de Jalisco, S.A. de C.V.	Fina Estampa.
Tequila Cascahuín, S.A. de C.V.	Cascahuín, Agave Real, Cuernito, Camino Real, Caballo Azteca, Caballo de Hacienda, Sto. Quinto, Cascahuín, Poncho Rojo.
Tequila Cazadores, S.A. de C.V.	Cazadores.
Tequila Centinela, S.A. de C.V.	Centinela, Centinela Imperial, Caracol, Chimayo, Cabrito, Caballo Lucero.
Tequila Cuervo, S.A. de C.V.	Cuervo, José Cuervo, Cuervo 1800, Cuervo Centenario, Cuervo Centenario Extra, Cuervo Especial, Barranqueño, La Rojeña, Cuervo Centenario Extra, Cuervo Tradicional, Centenario, Viuda de Sanchez, Centenario Plata, Reserva de la Familia, Reserva Antigua 1800, Matador, José Cuervo, Tradicional, Reserva 1800, Gran Reserva, Reserva del Tequilero, José Cuervo Especial, Gran Centenario, 1800 Edición Nuevo Milenio.
Tequila de Reyes, S.A. de C.V.	RB de Reyes, RB Rey, JR Jesús Reyes, RB de Reyes Natural, Reserva Familiar Tequila de Don Jesús RB, Jesús Reyes, RB de Reyes Torito.
Tequila Don Julio, S.A. de C.V.	Tres Magueyes, Don Julio, Don Juilio Real, Tres Magueyes Reposado, Tres Magueyes Blanco, Reserva de Don Julio, Don Julio 1942, Tres Magueyes Reserva de la Casa.
Tequila el Viejito, S.A. de C.V.	El Viejito Blanco, El Viejito Reposado, El Viejito Añejo, Los Cinco Soles, Si-Si, Tikal, El Gran Conquistador, Don Quixote, Mi Viejo, Hussong's, Reserva del Dueño, El Conquistador, Doña Carlota, Caballo Viejo, El Indomable, Mico, Sarape.
Tequila Eucario González, S.A. de C.V.	Frontera, Senda Real, Tres Rpios, Aztlán, Caballo Negro, Eucario González, Halcón Dorado, Noble, Quilate, Santa Cruz, Chivas Campeonísimo, XR Azul, 1810, Pedro Infante, 21 Veintiuno, Hacienda

	Don Diego, Delicias.
Tequila Herradura, S.A. de C.V.	Herradura, Suave Herradura, El Jimador, Herradura Antiguo, Antoguo, 5 de Mayo, Hacienda del Cristero, Parranda, Herradura Selección Suprema.
Tequila la Parreñita, S.A. de C.V.	Parreñita, Penca Azul, Arenal, El Caballo Moro, Misión Imperial, Jorge Ruíz, Puerta Grande, Don Tacho, J.R. Jaime Rosales, Anfitrión, Don Emilio, Pachuca, Pachuca Sonora, La Dueña, Montero, México Artístico, Mi Tierra, Mil Pencas, Mamá Pita.
Tequila Orendain de Jalisco, S.A. de C.V.	Orendain, Gómez, Fonda Blanca, Roble Viejo, Batanga, Red Bull, Distillers Pride, Topász, Señor Chávez, Orendain Aniversario, Ollitas, Orendain Extra, Orendain Blanco, Puerto Vallarta, Cava Santa, Alcatrúz, Don Eduardo, Don Sergio, La Chiripa, alore, El Mejor, San Andrés, Cantinero.
Tequila Quiote, S.A. de C.V.	Quiote, Perrisimo, Cava Don Anastacio, El Toril, Mostrenco, Nagual, El Mante, Cesar Monterrey, Chamucos.
Tequila R.G., S.A. de C.V.	Rancho Grande, Don Cornelio, Castillo Chapultepec, Don Cesar Monterrey, JR Jaime Rosales, De Mendez.
Tequila San Matías de Jalisco, S.A. de C.V.	San Matías Blanco, San Matías Añejo, San Matías Reposado, Pueblo Viejo, Olé, Mexicali, Pepe López, Ojo de Agua, Rey Sol, Carmesi, San Matías Gran Reserva, Sierra Mazamitla.
Tequila Santa Fe, S.A. de C.V.	1000 Agaves, Santa Fe, Revolución.
Tequila Sauza, S.A. de C.V.	Sauza Blanco, Sauza Conmemorativo, Sauza Extra, Sauza Hornitos, Tres Generaciones, 100 Años, La Perseverancia, Sauza Triada, Hacienda Sauza, Galardón.
Tequila Selecto Amatitlán, S.A. de C.V.	El Buen Bouqué.
Tequila Sierra Brava, S.A. de C.V.	Sierra Brava, El Mezquite, El Arcón, Basilio.
Tequila Siete Leguas, S.A. de C.V.	Antaño, Siete Leguas, De Antaño, Siete Leguas Blanco, Siete Leguas Reposado, Siete Leguas Añejo, Patrón.
Tequila Supremo, S.A. de C.V.	Casco Viejo, Cava de Don Agustín, Dos Amigos, Hipódromo.
Tequila Tapatío, S.A. de C.V.	Tequila Don Felipe, Tapatío.
Tequila Tres Magueyes, S.A. de C.V.	Chente.
Tequila Tres Mujeres, S.A. de C.V.	Las Potrancas.



Tequila Viuda de Romero, S.A. de C.V.	Garibaldi, D.J. Ramírez, Flying Dog, Chimayo, D.J. Ramírez Histórico.
Tequilas del Señor, S.A. de C.V.	Reserva del Patrón, Reserva de Don Angel, Six-Gun, La piedrecita, Reserva del Señor, Diligencias, Desperados, Cesar García, Sombrero Negro, Huerta Vieja, Ana R. Vda de Cuervo, José Gaspar, Herencia de Plata, Bambarria, José Cortéz, Oro Viejo, Grand Linar, Quito, Tico, Baron de Arignac, Margalime, Río de Plata, García, Arriba, Tierra Viva, El Álamo 1826, Tekali, Herencia del Señor, Herencia de Oro, Obra Magistral, Herencia, Histórico 27 de Mayo, Don Salvador, Maravillas de la Creación, Magistral, T&T del Señor, Don Plácido, Hacienda de Xalpa, Dos Coronas.
Tequileña, S.A. de C.V.	Xalisco, Viva Zapata, Pura Sangre, Lápiz, Xalixco, Suave Patria, Cimarrón, Supera lo que esperas tequila pura sangre, Tres Cuatro y Cinco, Conde de Arandas, Tango, Salvador's, Gran Reserva Pura Sangre, Zapata, Artesano.
Tequilera Corralejo, S.A. de C.V.	Pico de Gallo, Corralejo, El Sol de Pénjamo, Los Arabgo, Pitiao, La Cucaracha, Don Leoncio, Tequifresa, Leyendas de Guanajuato, Tex Mex, Quita Penas, Quetzalcoatl Toltech, Jornalero, Tequila Campanero, Don Cayetano.
Tequilera del Salto, S.A. de C.V.	Azabache.
Tequilera Don Roberto, S.A. de C.V.	La Arenita.
Tequilera la Barranca de Amatlán, S.A. de C.V.	Batallon.
Tequilera la Gonzaleña, S.A. de C.V.	Don Paco, Chinaco, Caliente.
Tequilera Newton e Hijos, S.A. de C.V.	Especial Newton, Los Corrales, Newton, El Destilador, Puente Viejo, La Fortuna, La Puerta Negra, Tierra Azteca, Fierro, Casa Grande, Casta Oro, Casta Brava, Carruaje, Chupa-Cavas, Ligador, Don Agave, Gusano Real, Caramba, Artesano, Tollan, Real de Don Gil, Arraigo.
Union de Productores de Agave, S.A. de C.V.	El Labrador, El Gran Jubileo, La Alborada.

**6.11 Marcas de Tequila Mercado Extranjero.**

Se tiene registrado ante el CRT la comercialización de tequila en los países listados a continuación.

Unión Europea y Africa: Francia, Alemania, España, Bélgica, Países Bajos, Reino Unido (Escocia), Italia, Benelux, Alemania, Portugal y Sudáfrica.

Americas: México, E.U.A., Canadá

Asia: Japón.

Otros: Australia

También el extranjero el CRT tiene registrado diferentes lugares donde se envasa tequila que es exportado de la forma granel y son los listados a continuación.

Unión Europea y Africa: Italia, Francia, Alemania, España, Sudáfrica, Bélgica, Países Bajos (Holanda), Austria, Luxemburgo, Reino Unido (Londres, Escocia), Suiza,

Americas: E.U.A., Canadá

Asia: Japón.

Otros: Australia.

Igualmente para marzo del 2002, el CRT tiene certificadas 34 empresas exportadoras a granel y 206 marcas de tequila que son envasadas en el extranjero (El mecanismo de manera general es el siguiente: La empresa productora en México, vende tequila a granel a los diferentes usuarios autorizados; estos a su vez, bajo supervisión del CRT, pueden envasar el tequila y distribuirlo a otros países, los cuales cuenten con registro autorizado ante CRT), estas empresas y marcas de tequila las podemos ver a detalle en la tabla 47<sup>(12)</sup>.

**Tabla 47. Empresas y Marcas de Tequila Envasadas en el Extranjero Certificadas en Marzo del 2002 por el CRT<sup>(12)</sup>.**

<b>Empresa Productora (En México).</b>	<b>Usuario Autorizado.</b>	<b>Marca</b>	<b>País Registro</b>	<b>País Envasador</b>
Agroindustrias Amatitlán, S.P.R. de R.I.	Gagliano Marcati.	Marcati	Unión Europea.	Italia
Agroindustria Guadalajara, S.A. de C.V.	Tequila Grave International of Florida, INC.	Fiesta Mexicana	México	E.U.A.
Corporación Ansan, S.A. de C.V.	MC Cormick Distilling, CO.	Sublime	México	E.U.A.
	Bumaser, S.A. N.V.	Sublime	México	Bélgica
	Franklin Distillers Products, LTD	Tejitas	México	E.U.A.
	White Rock Distilleries, INC.	Arcano	México	E.U.A.
CIA Tequilera Los Alambiques, S.A. de C.V.	Slaur Chauvet Nigeria, S.A.	Santana	Francia	Francia
	Quality Control Distilling CO.	Del Río	E.U.A.	E.U.A.
Compañía Tequilera de Arandas, S.A. de C.V.	Mc Cormick Distilling CO. INC.	Pancho Villa	E.U.A.	E.U.A.

	Maison Des Futailles S.E.C.	Bang Bang	Canadá	Canadá
	Anton Reimersmid Weinbrennerei und Likorfabrik GMBH & CO. KG	Espuela	Alemania	Alemania
	Hood River Distillers, INC.	Monarch	E.U.A.	E.U.A.
Destiladora Azteca de Jalisco S.A.	The Black Prince Distillery, INC.	Tlamatini	E.U.A.	E.U.A.
	MC Cormick Distilling CO. INV	Congress	E.U.A.	E.U.A.
	Majestic Distilling Company INC.	Topaz	E.U.A.	E.U.A.
Destiladora González González, S.A. de C.V.	Barton Brands LTD	Montezuma	E.U.A.	E.U.A.
	David Sherman Corporation	Juárez	E.U.A.	E.U.A.
	Dethleffesen GMBH & CO.	Arriba (Tipo 1)	Alemania	Alemania
		Arriba (Tipo 2)	Alemania	Alemania
	Destilerías Carthago, S.A.L.	Federal	España	España
	Douglas Green Bellingham	Aguila	Sudafrica	Sudafrica
	Ben F. Medey & Co. Kentucky Distillers, INC (Kentucky Corporation).	Mexican Sunrise Tequila (Tipo1)	E.U.A.	E.U.A.
		Mexican Sunrise Tequila (Tipo. 2)	E.U.A.	E.U.A.
	White Rock Distilleries, INC.	Fire Water	E.U.A.	E.U.A.
	Anton Reimersmid Weinbrennerel Likofound Essing-Fabrik GMBH & CO. KG	Silla	México	Alemania
Mercurius Brandy & Branntwein GMBH	Los Juanes	Alemania	Alemania	
Benet Jane Palau	100 Pesos	España	España	
Destilerías de San Bartolomé de Tejina, S.A. de C.V.	La Mocita	España	España	

	S.V.S. La Martiniquaise Societe Anonyme	Atawalpa	Francia	Francia
	Sazerac Company, INC.	Torada	E.U.A.	E.U.A.
		Tina	E.U.A.	E.U.A.
	Barton Incorporated	El Toro	E.U.A.	E.U.A.
Destiladora Los Magos, S.A. de C.V.	Destilleries del Maresme, S.A. de C.V.	Sorel	España	España
	Alfonso Rivillas Jurado	Jañero	España	España
	Internacional de Comercio y Destilerías J. Borrajo, S.A. de C.V.	TQ Jalisco	España	España
	Licorera Albeldense, S.L.	Chancellor	España	España
	William Pitters La Guilde Duvin	San Isidro	España	España
	Beveland, S.A.	Tres Sombreros	España	España
		Villa Pancho	España	España
		Perigan	España	España
ETN. P. Bruggeman	Aslanov	Bélgica	Bélgica	
Destilería Santa Cruz, S.A. de C.V.	Consolidated Rectifyinc, Inc.	El Mirador	E.U.A.	E.U.A.
	Frank-Lin Distillers Products, LTD	Tucan	México	E.U.A.
	Borko-Marken-Import-Matthiesen GMBH & CO.	Sierra	Alemania	Alemania
		Sierra	Alemania	Alemania
Distribuidora del Cabrito, S.A. de C.V.	Frank-Lin Distillers Products, LTD	El Tostón	México	E.U.A.
Fábrica de Tequilas Finos, S.A. de C.V.	UBVM Verenidge Merken BV.	El Patrón	Países Bajos	Países Bajos
Grupo Internacional de Exportación, S.A. de C.V.	William Pitters La Guilde Duvin	Pitterson	Francia	Francia
	Benet Jané Palau	JP	España	España
	Destilerías del Pendes, S.A.	Montejano	España	España
		Casa Roja	España	España
		Teichenne, S.A.	Río Grande	España
		888 Tres Ochos	España	España
		Silver Diamond	España	España
		4 Pistolas	España	España
		Real Hacienda	España	España
	Destilleries La Vallesana,	El Cobrizo	España	España

	S.A.			
	Les Grand Chais De France, S.A.	Agavita	Francia	Francia
	Internacional de Comercio y Destilerías J. Borrajo, S.A. de C.V.	TQ Jalisco	España	España
Industrializadora de Agave San Isidro, S.A. de C.V.	MC Cormick Distilling, CO.	Cristeros	México	E.U.A.
	Levecke Corporation	Doña Mariana	México	E.U.A.
	Tres Imports, LTD	Don Jacinto	México	E.U.A.
	Todhunter International, Inc.	Cristeros (Tipo 1)	México	E.U.A.
	Frank-Lin Distillers Products, LTD	Cristeros (Tipo 2)	México	E.U.A.
Industrializadora Integral del Agave, S.A. de C.V.	Consolidate Rectifying, INC.	Buen Amigo	México	E.U.A.
J.D.C., S.A. de C.V.	Seagram Australia Pty y Seagram de México, S.A. de C.V.	Coyote	México	Australia
	Seagram de México, S.A. de C.V. Y Seagram Spiritouse, GMBH	Olmecca	México	Australia
	Joseph E Seagram & Sons, Inc.	Hemisphere Dancer (Tipo 1)	México	E.U.A.
			México	E.U.A.
			México	E.U.A.
	Seagram S. De R.L. Y Sandeman Coprimar, S.A.	Olmecca	México	España
	The Continental Spirits Company Pty Limited	Coyote	México	Australia
La Cofradía, S.A. de C.V.	Cabo Distributing Company, Inc.	Tres Alegres Compadres	México	E.U.A.
	Luxembourg Wine & Spirit SA	Tres Alegres Compadres	México	Luxemburgo
	Highwood Distillers, LTD.	Tres Alegres Compadres	México	Canadá
	Alberta Distillers, LTD	Tres Alegres Compadres	México	Canadá

	Les Distillers Dumont Ltee	Tres Alegres Compadres	México	Canadá
	MC Cormick Distilling, CO.	Tres Alegres Compadres	México	E.U.A.
	Montebello Brands, Inc.	Tres Alegres Compadres	México	E.U.A.
	Consolidated Distilled Products, Inc.	Tres Alegres Compadres	México	E.U.A.
	International Potter Distilling Corporation	Potter	Canadá	Canadá
	Sazerac Company, Inc.	Tijuana	México	E.U.A.
		Tijuana	E.U.A.	E.U.A.
	Le Vecke Corporation	Tres Alegres Compadres	México	Canadá
	United States Distilled Products Co.	Calende	E.U.A.	E.U.A.
	SVS La Martiniquarse	Mariscal	Francia	Francia
	Franklin Distillers Products, LTD	La Hormiga	México	E.U.A.
	Ylldal Import GMBH	La Capa	Alemania	Alemania
	Levecke Corporation	San Blas	México	E.U.A.
	Lair & Company D/B/A Global Import CO.	Aguascalientes	México	E.U.A.
La Madrileña, S.A. de C.V.	Barton Brands, LTD.	Montezuma	E.U.A.	E.U.A.
	Frank-Lin Distillers Products, LTD	Potter's	E.U.A.	E.U.A.
		Puerto Vallarta	E.U.A.	E.U.A.
		Bandolero	México	E.U.A.
		Pájaro Rojo	México	E.U.A.
		Venganza	México	E.U.A.
	Paramount Distillers, Inc.	Aguila Tequila	E.U.A.	E.U.A.
		Carlos Gold Tequila	E.U.A.	E.U.A.
		Carlos White Tequila	E.U.A.	E.U.A.
		Coronado White Tequila	E.U.A.	E.U.A.
		José Paco	E.U.A.	E.U.A.
		La Prima Gold	E.U.A.	E.U.A.
		La Prima White	E.U.A.	E.U.A.
Miguel Gold Tequila		E.U.A.	E.U.A.	

		Miguel White Tequila	E.U.A.	E.U.A.
	Chatam Imports, Inc y/o Distillerie Stock Usa LTD	Castaneda	E.U.A.	E.U.A.
	Smith Bowman Distillery & Amerex, Inc.	Bowman's	México	E.U.A.
	Hiram Walker & Sons Inc.	Two Fingers	E.U.A.	E.U.A.
		Hiram Walker's	E.U.A.	E.U.A.
	Heaven Hill Distilleries, Inc.	Arandas	E.U.A.	E.U.A.
		Two Fingers	E.U.A.	E.U.A.
	Jim Beam Brands, CO.	Beamero	E.U.A.	E.U.A.
	Le Vecke Corporation	Magique	E.U.A.	E.U.A.
Pernord Ricard, S.A. de C.V.	Pernord, S.A.	Yucatán	Francia	Francia
Productos Finos de Agave, S.A. de C.V.	MC Cormick Distilling, CO.	Jalmex	México	E.U.A.
	Frank-Lin Distillers Products, LTD	Jesús María	México	E.U.A.
	Laurence Howrd Skard Haciendo Negocios Como Capital Wine and Spirit Company	Sombrero	Reino Unido	Reino Unido
Ruth Ledesma Macías	Heinz Eggert GMBH & CI. KG.	HEB	Alemania	Alemania
	Karl Back Edelbranntweinbrennerei Getrankegrohandel Getrankegrobmarte Dubenhofen	Barabas	Alemania	Alemania
Tequila Cascahuin S.A.	Tradall, S.A.	Camino Real	Italia	Suiza
		Cascahuín	México	Suiza
	Heaven Hill Distilleries, Inc.	Heaven Hill	E.U.A.	E.U.A.
		Distiller's Pride	E.U.A.	E.U.A.
Tequila Cuervo, S.A. de C.V.	Hublein, Inc.	José Cuervo	E.U.A.	E.U.A.
		Cuervo Especial	E.U.A.	E.U.A.
		Cuervo 1800	E.U.A.	E.U.A.
		Cuervo Tradicional	E.U.A.	E.U.A.

		Matador	E.U.A.	E.U.A.
	International Distillers & Vintners Europe LTD.	José Cuervo	México	Londres
		Cuervo	México	Londres
		Matador	México	Londres
	Tequila Cuervo La Rojeña, S.A. de C.V. Y Gilbey Canada, Inc.	Cuervo Especial	México	Canadá
Tequila El Viejito, S.A. de C.V.	Taylor Ferguson & CO, PTY LTD	Mi Amigo	Australia	Australia
	St. Maarten Spirits, LTD.	MICO	E.U.A.	E.U.A.
	Destillerie Giffard & CIE, S.A.	El Viejito	México	Francia
Tequila Eucario González, S.A. de C.V.	Florida Distillers, CO.	Albertson's	México	E.U.A.
	Luxembourg Wine & Spirit SA	Caballo Negro	México	Luxemburgo
		Eucario González.	México	Luxemburgo
Tequila la Parreñita, S.A. de C.V.	Societe Des Vins Et Spiritueux La Martiniquaise, S.A.	Acayucan	Francia	Francia
	Newsasi, S.L.	Hornito	España	España
	Distillerderij Toorank, B.V.	Arenal	México	Holanda
	Bu. Ma. Ser., S.A. N.V.	La Parreñita	México	Bélgica
		Arenal	México	Bélgica
	Frank-Lin Distillers Products, LTD	Pachuca	México	E.U.A.
	Blij & Blij B.V.	Tequila Sombrero Negro	Países Bajos	Holanda
Tequila Orendain de Jalisco, S.A. de C.V.	Brown Forman Beverage Company	Pepe López	E.U.A.	E.U.A.
	Florida Distillers, CO. Div. Todhunter Int.	Gómez	México	E.U.A.
	M.S. Walker, Inc.	Old México	E.U.A.	E.U.A.
	United Distillers Production, Inc.	El Toro	E.U.A.	E.U.A.
		El Toro	Australia	E.U.A.
	William Grant & Sons, Inc.	Cancún	E.U.A.	E.U.A.
	Barton Brands, LTD.	Montezuma	Benelux	E.U.A.
		Montezuma	Alemania	E.U.A.



		Montezuma	Italia	E.U.A.
		Montezuma	México	E.U.A.
		Montezuma	Portugal	E.U.A.
		Montezuma	Reino Unido	E.U.A.
		Montezuma	E.U.A.	E.U.A.
		El Toro	E.U.A.	E.U.A.
		El Toro	Australia	E.U.A.
	Laird & Company	Zapata	E.U.A.	E.U.A.
	Illva Saronno, S.P.A.	Fandango	Italia	Italia
	Jenkins Spirits CO. LTD.	Mexican Silver	E.U.A.	E.U.A.
		Mexican Gold	E.U.A.	E.U.A.
	C. Heindr Quast (GMBH & CO).	Montego	Alemania	Alemania
	Sardet Et Deribaucourt	Canitxa	Francia	Francia
	Campbell Meyer & Company	Gringo's	Escocia	Escocia
	Mautner Marhof Ag.	Orendain	México	Austria
	Sculp Projektierung	TEQ Lemon	Alemania	Alemania
	Destilerías Campeny, S.A.	Panchitos	España	España
	Marie Brizard Et Roger International, S.A.	Rosita	Francia	Francia
	Destilerías Ferri, S.L.	Buitral	España	España
Tequila Quiote, S.A. de C.V.	Bishop Wine & Spirits, Inc.	Bafferts	E.U.A.	E.U.A.
	Grosscurth Distillers Company.	Aristocrat	E.U.A.	E.U.A.
Tequila Sauza, S.A. de C.V.	Domecq Importers, Inc.	Giro	E.U.A.	E.U.A.
		Commemorativo	México	E.U.A.
		Sauza Commemorativo	E.U.A.	E.U.A.
	Allied Domecq Spirits & Wine U.S.A.	Tequila Sauza	E.U.A.	E.U.A.
		Sauza Extra	México	E.U.A.
		Sauza Blanco	México	E.U.A.
Tequila Siete Leguas, S.A. de C.V.	Suntory Limited	Suntory	Japón	Japón
Tequila Viuda de Romero, S.A. de C.V.	Cusenier, S.A.	Yucatán	Francia	Francia
	Pernord, S.A.	Yucatán	Francia	Francia

Tequilas del Señor, S.A. de C.V.	Bumaser, S.A. N.V.	Sombrero Negro	México	Bélgica
	Dumont Wines & Spirits Inc.	Pacal de Palenque	Canada	Canadá
	Coe Of Ilford, Ltd.	C. García	México	Reino Unido
	Les Grands Chains De France	La Piedrecita	Francia	Francia
		La Piedrecita	México	Francia
	Distilleerdirij Toorank B.V.	Sombrero Negro	Francia	Holanda
	Selection Diffusion Vente	Jalisco	Francia	Francia
		Sombrero Negro (Tipo 1)	México	Francia
		Sombrero Negro (Tipo 2)	México	Francia
	Gsonek Gesellschaft M.B.H.	Sombrero Negro	México	Australia
	Casoni Fabricazione Liquori S.P.A.	Sombrero Negro	México	Italia
		Huerta Vieja	México	Italia
	MC Cormick Distilling, CO.	Río Grande	E.U.A.	E.U.A.
		Mc Cormick	E.U.A.	E.U.A.
FA. Rodolf Gsonek, GMBH.	Sombrero Negro	México	Austria	
St. Maarten Spirits, LTD.	MICO	E.U.A.	E.U.A.	
Charles Jacquin Et. CIE, Inc.	José Cortéz.	México	E.U.A.	
Tequilera del Salto, S.A. de C.V.	Frank-Lin Distillers Products, LTD	Azabache	México	E.U.A.
Tequilera Don Roberto, S.A. de C.V.	The Black Prince Distillery, Inc.	Don Roberto	México	E.U.A.
	Hood River Distillers, Inc.	HRD	E.U.A.	E.U.A.
Tequilera Rústica de Arandas, S.A. de C.V.	MC Cormick Distilling, CO.	Deuces Wild	E.U.A.	E.U.A.
	Montebello Brands	El Condor	E.U.A.	E.U.A.
	Parisa Limited	Maverick	Reino Unido	Reino Unido

### 6.12 Marcas de Tequila Mercado Extranjero.

De las 206 marcas de tequila envasadas en el extranjero, Estados Unidos es el país que cuenta con mayor cantidad de marcas dentro de su mercado, seguido por España, Francia y Alemania, tabla 48<sup>(12)</sup>.

**Tabla 48. Marcas de Tequila Mercado Extranjero**

<b>País Envasador</b>	<b>Número de diferentes marcas de tequila envasadas.</b>
Alemania	12
Australia	5
Austria	2
Belgica	5
Canadá	8
Estados Unidos	110
Reino Unido	7
España	25
Francia	17
Holanda	3
Italia	4
Japón	1
Luxemburgo	3
Países Bajos	1
Sudáfrica	1
Suiza	2
<b>Total de Marcas de Tequila</b>	<b>206</b>

Independientemente de las marcas que se tienen en mercados internacionales, la forma más común de ingresar a dichos mercados es por medio de exportaciones a granel.

Actualmente “la asociación económica y política” de la Unión Europea (UE), con su TLCUE (tratado de libre comercio entre México y la Unión Europea), firmado el 8 de Diciembre de 1997 en Bruselas Bélgica y con declaratoria firmada el 23 de marzo del 2000 por México y la UE, en Lisboa, Portugal (Declaratoria de Lisboa); dando como principal beneficio la entrada del TLCUE a partir del 1° de Julio del 2000 y México tiene ahora acceso a un mercado de 375 millones de consumidores (adicionales a los 300 millones de consumidores de EU y Canadá); otra ventaja es la desgravación arancelaria europea que concluirá en el 2003 y la mexicana lo hará en el 2007, eliminando los aranceles para el tequila para el 2003.<sup>(107)</sup>

## Conclusiones

El presente estudio ofrece el siguiente diagnóstico:

La Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-1994, Bebidas Alcohólicas-Tequila Especificaciones, omite parámetros de calidad referentes a la materia prima *Agave tequilana Weber var. Azul*. Por otro lado en dicha norma se carece de un apartado que regule la adición de agentes antimicrobianos y/o antibióticos al mosto de fermentación; finalmente en esta norma se consideran aspectos químicos de cumplimiento de calidad de la bebida alcohólica, pero no la cuantificación y rangos de químicos presentes sólo en el tequila, ni tampoco aspectos sensoriales que caractericen e identifiquen sus variedades y tipos.

Para la elaboración de una norma que proteja e identifique el producto tequila como a sus variedades, se expone el utilizar los siguientes criterios químicos y sensoriales: para tequilas blanco, añejo y/o reposado, si las proporciones de los ésteres (E:16 y E:18) son iguales, ya sea en concentraciones altas, medias o bajas, es indicativo de una bebida 100% agave; si en este comportamiento se cuenta con la presencia del éster E:18.1 es entonces indicativo para brandy tipo nacional.

La presencia de los ésteres E:10 y E:12, se asocia con bebidas elaboradas a partir de mostos cuya fuente de carbono es sacarosa, siendo este grupo de ésteres la pauta para la discriminación de tequilas con 51% de agave y aguardientes.

La presencia del éster E:15 se asocia solamente a Tequilas abocados, siendo por lo tanto un posible criterio de identificación para este tipo de bebidas.

La presencia de los compuestos: feniletilacetato, eugenol, ácido decanoico, vainillina y 3-metil butanol (este último solamente para tequila añejo) son identificadores de grado de maduración en los tequilas, estableciéndose que la mayor cantidad de dichos compuestos, se indica un incremento en el grado de maduración del tequila.

Por otro lado el presente estudio identifica la necesidad de las siguientes líneas de investigación:

La Industria del Tequila a lo largo de su proceso, ofrece líneas de investigación dentro de diversas áreas como: Cultivo y cosecha del *Agave tequilana Weber var Azul*, producción, elaboración, análisis químico y sensorial del Tequila; como también ofrece oportunidades de investigación en las áreas de tratamiento y aprovechamiento de residuos.

El cultivo y cosecha del *Agave tequilana Weber var Azul*, es determinante para la producción del Tequila, por tal razón es básico el conocimiento sobre su cultivo, fisiología de la planta, aplicación de estrategias biotecnológicas para su mejora genética.

En la revisión bibliográfica realizada para este trabajo, se careció de reporte alguno sobre el estudio de precursores y biotecnología del aroma del tequila, siendo esta una importante área de estudio.

Se carece de un estudio específico que evalúe los efectos de la presencia del furfural durante la fermentación y obtención del tequila. En otros estudios se ha especulado que dicho compuesto limita el desarrollo de células de *Sacharomyces cerevisiae* incrementando el rendimiento etanólico durante la fermentación.

De acuerdo a la tabla 29 (capítulo 4), se podría evaluar adulteraciones de agaves empleados para la obtención del tequila, mezcal y sotol, al tener estudios más específicos que relacionen directamente al *Agave tequilana Weber var Azul* como generador directo del 4,9-decadien,2-amino, N-butil (presente en la bebida tequila), como también el *Agave angustifolia*, *Agave salmiana* y *Agave karwinsii* como generadores del 5-metil-2-furancarboxialdehído (presente en la bebida mezcal) y por último el *Agave Dasyliirion wheeleri* como generador de la 3-hidroxi-2-butanona (presente en la bebida sotol).

La identificación de las regiones óptimas subóptimas y marginales del estado de Jalisco, debe realizarse también en otros estados que cuentan con la denominación de origen, con objeto de dar prioridad en el cultivo del agave tequilero a zonas tipificadas como óptimas.

A partir de los subproductos generados durante la obtención del tequila, que son hojas de agave y productos de la limpieza de la piña, bagazo, vinazas y sólidos de la fermentación, pueden ser empleados como materia prima en la elaboración de: dietas para ganado, papel con grado de publicación, materiales de empaque, paredes y techos prefabricados para construcción; siendo el tratamiento de residuos una importante área de investigación y de vinculación de la industria del tequila con otras industrias beneficiándose estas, tanto ecológica como económicamente.

Se presentan las siguientes conclusiones:

La diversidad de tipos de tequilas existentes se debe a la combinación de las siguientes variables: Proporción de agave y adjuntos, microorganismos empleados durante proceso fermentativo, etapas y equipo empleado durante su producción, maduración y añejamiento.

La estandarización de cepas de microorganismos involucrados en el proceso fermentativo disminuye variaciones de sabor y aroma en el producto final; por lo tanto la selección de la cepa y/o proporción de éstas, es uno de los principales factores que determinan el sabor y aroma del tequila.

Los atributos sensoriales que caracterizaron a cada tipo de tequila fueron para Tequila Blanco: amargo y resabio amargo; para Tequila Reposado: alcohol, fermentado, fruta y menta; para Tequila Añejo: madera, barro, fruta cítrica, hierba fresca y para Tequila Joven, mantequilla y plástico, siendo el empleo de sus gráficos de radar por tipo de tequila, la herramienta para su identificación sensorial.

La caracterización química y sensorial del producto y asociar la presencia de compuestos químicos y/o aspectos sensoriales con etapas de su elaboración y materias primas, genera herramientas de discriminación a ser empleadas para la identificación de tipos y variedades de Tequila.

La producción y comercio del Tequila tuvo un crecimiento de 1995 al año 1999 (llamado "boom" del tequila) y con una baja de manera generalizada para el año 2000 y 2001 (llamado crisis del Tequila); para el mismo periodo de tiempo, más del 50% del tequila producido tuvo como destino mercados extranjeros en donde para el año 2000 Estados Unidos fue el principal comprador de la bebida (con un 83%) seguido de Europa (11.1%) y otros países (5.9%), donde mayoritariamente se distribuye en América Latina. Este tequila (principalmente tequila 51% de agave, 49% adjuntos) se exportó de la forma tequila a granel (tipos tequila joven y blanco) y de manera secundaria se exportó tequila (51% de agave, 49% adjuntos) de la forma tequila envasado (tipo tequila reposado y blanco principalmente). La tendencia actual es el mantenimiento de mercados con volúmenes similares a los reportados para el 2001.

El principal factor que interfiere la comercialización del tequila a nivel nacional e internacional es el envasado de origen, el cual se debe favorecer para tener mayor control del producto y del mercado, fortaleciendo el prestigio del tequila como bebida que cuenta con una Denominación de Origen.

El "boom" del Tequila dejó al descubierto la poca inversión y desarrollo que se ha tenido tanto en cultivos como en procesos y por lo tanto la poca integración de las diferentes áreas que constituyen la industria del tequila.

Impacta negativamente a la industria del tequila los siguientes aspectos: fijación de precios de materias primas, costo/beneficio de la producción, política agrícola, desconocimiento preciso de la disponibilidad de materia prima, evolución y comportamiento de los mercados del Tequila. Como también se encuentran afectadas negativamente en el área social: organización de productores, relaciones unilaterales entre agroproductores e industriales favoreciendo a estos últimos y prácticas de acaparamiento del agave tanto en campo como en industria.

## Recomendaciones:

Actualmente el pago de las piñas jimadas de Agave tequilana Weber var. Azul, está determinado sólo mediante su peso; se recomienda el empleo de los parámetros %ART y °Bx del jugo del agave como datos que se relacionan con el contenido de inulina y por lo tanto en base a estos, se tienen datos que concluyen la calidad y la determinación del precio de dicha materia prima.

Se debe aprovechar la propiedad industrial con normatividad más competitiva y por lo tanto tener mayor penetración a nuevos mercados y así poder brindar un mejor apoyo a la actividad económica del país.

Se debe seguir teniendo negociaciones internacionales, bilaterales y multilaterales para obtener una protección efectiva a la Denominación de Origen, no solo ante los países miembros del arreglo de Lisboa, si no también aquellos que no lo son.

Se recomienda la creación eficiente de la cadena de suministro entre campo e industria llamada "cadena productiva agave-tequila", debido a que actualmente la permanencia de una destilería estará determinada por la eficiencia desarrollada entre el campo y la industria; dicho concepto debe integrar las áreas económicas, sociales y tecnológicas que conforman esta industria y tener así un desarrollo en conjunto.

# ANEXOS



## ANEXO I

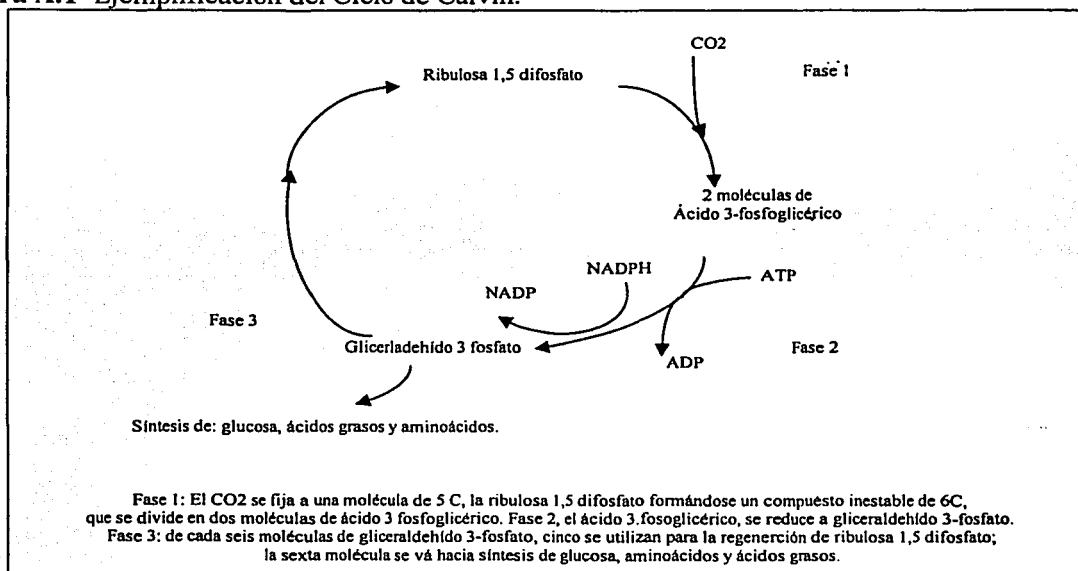
Tabla A.1 Variedades de Agave en México<sup>(25)</sup>.

Nombre Científico (Nombre común)	Origen
<u>Agave aktites</u>	Costa de Sonora
<u>Agave albomarginata</u>	Sonora y Sinaloa
<u>Agave americana</u> (Maguey)	Distribuido en todo el este de México
<u>Agave angustifolia</u> (Maguey Lechugilla)	Jalisco
<u>Agave attenuata</u> (Agave tallo de zorra)	Distribuido en toda la región central de México
<u>Agave avellanides</u>	Baja California Norte y Sur
<u>Agave bovicornuta</u> (Agave Lechugilla Verde)	Sonora, Sinaloa, Chihuahua
<u>Agave bracteosa</u>	Chihuahua, Coahuila, Nuevo León
<u>Agave cantala</u>	Zona este de México
<u>Agave Celsii</u>	San Luis Potosí, Nuevo León, Tamaulipas
<u>Agave cerulata dentiens</u>	Baja California Norte y Sur
<u>Agave cerulata</u>	Baja California Norte y Sur
<u>Agave cerulata ssp nelsonii</u>	Baja California Norte y Sur
<u>Agave cerulata ssp subcerulata</u>	Baja California Norte y Sur
<u>Agave chiapensis</u>	Chiapas
<u>Agave chrysoglossa</u>	Sonora
<u>Agave colimana</u>	Jalisco
<u>Agave colorata</u> (Mezcal Ceniza)	Sonora
<u>Agave datylio var. Vexans</u>	Baja California Sur
<u>Agave decipiens</u> (Sisal Falso)	Península de Yucatán
<u>Agave desertii ssp. Desertii</u> (Agave de Desierto)	Sonora, Baja California Norte y Sur (México), Arizona (USA)
<u>Agave desertii ssp. Pringlei</u> (Agave de desierto)	Sonora, Baja California Norte y Sur
<u>Agave desmettiana</u> (Agave Suave)	Sinaloa
<u>Agave difformis</u>	San Luis Potosí, Hidalgo y Estado de México
<u>Agave ellemeetiana</u>	Veracruz
<u>Agave felgeri</u> (Mescalito)	Sonora
<u>Agave filifera</u>	Hidalgo, San Luis Potosí
<u>Agave fourcroydes</u>	Hidalgo
<u>Agave franzosini</u>	Hidalgo
<u>Agave geminiflora</u>	Nayarit
<u>Agave ghiesbretii</u>	Sur de México
<u>Agave gigantensis</u>	Baja California Norte y Sur
<u>Agave guadalajarana</u> (Maguey Chato)	Jalisco, Nayarit
<u>Agave gypsophila</u>	Jalisco, Guerrero
<u>Agave haverdiana</u> (Chisos Agave)	Chihuahua, Coahuila (México), Texas, Nuevo México (USA).

<u>Agave horrida</u>	Zona central de México
<u>Agave lophantha</u>	Tamaulipas
<u>Agave macroacantha</u>	Oaxaca, Puebla
<u>Agave mapisaga</u>	Distribuido en zona central de México
<u>Agave margaritae</u>	Isla de Magdalena
<u>Agave marmorata</u>	Oaxaca, Puebla
<u>Agave maximiliana var. Katharinae</u>	Durango, Nayarit
<u>Agave multifilifera</u> (Chahuíqui)	Chihuahua, Sinaloa
<u>Agave murpheyi</u> (Agave Hohokam)	Distribuido en todo el Noroeste de México
<u>Agave Neomexicana</u>	Chihuahua (México), Texas, Nuevo México (USA)
<u>Agave nizandensis</u>	Oaxaca
<u>Agave ocahui var. Longifolia</u>	Sonora
<u>Agave ocahui var. Ocahui</u>	Sonora
<u>Agave ornithobroma</u>	Sinaloa, Nayarit
<u>Agave parrasana</u>	Coahuila
<u>Agave pari</u>	Distribuido en zona Norte de México, Arizona y Nuevo México (USA)
<u>Agave parryi var. Truncata</u> (Agave Mezcal)	Sonora
<u>Agave parryi var. Huachucensis</u>	Sonora (México), Arizona (USA)
<u>Agave parryi var. Parryi</u>	Chihuahua, Durango, Guanajuato
<u>Agave parviflora</u>	Sonora
<u>Agave pelona</u>	Sonora
<u>Agave polyacantha polyacantha</u>	Zona este de México
<u>Agave polyanthiflora</u>	Sonora, Chihuahua
<u>Agave potatorum</u> (Agave Mezcalero)	Oaxaca, Chiapas, Puebla
<u>Agave pumila</u> (Agave miniatura)	Sureste de México
<u>Agave pygmae</u>	Chiapas y Sureste de México
<u>Agave salmiana</u> (Agave pulquero)	Región centro de México
<u>Agave salmiana ssp. Crassispinga</u>	Región centro de México
<u>Agave schidigera</u> (Maguey)	Zona Oeste de México
<u>Agave schottii</u>	Zona Norte de México
<u>Agave seemanniana</u>	Distribuido desde Chiapas (México), hasta Nicaragua.
<u>Agave shawii</u>	Baja California Norte y Sur (México), Zona este de California (USA)
<u>Agave shrevei ssp. Matapensis</u> (Mezcal blanco)	Sonora
<u>Agave sisalana</u>	Hidalgo
<u>Agave sobria ssp. Sobria</u>	Baja California Norte y Sur México
<u>Agave striata ssp. falcata</u>	Zona Norte de México
<u>Agave stricta</u>	Zona Centro de México
<u>Agave tequilana weber var. Azul</u> (Agave tequilero)	Zona centro de México en particular.
<u>Agave titanota</u>	Oaxaca
<u>Agave victoriae-reginae</u> (Agave Queen Victoria)	Nuevo León, Chihuahua

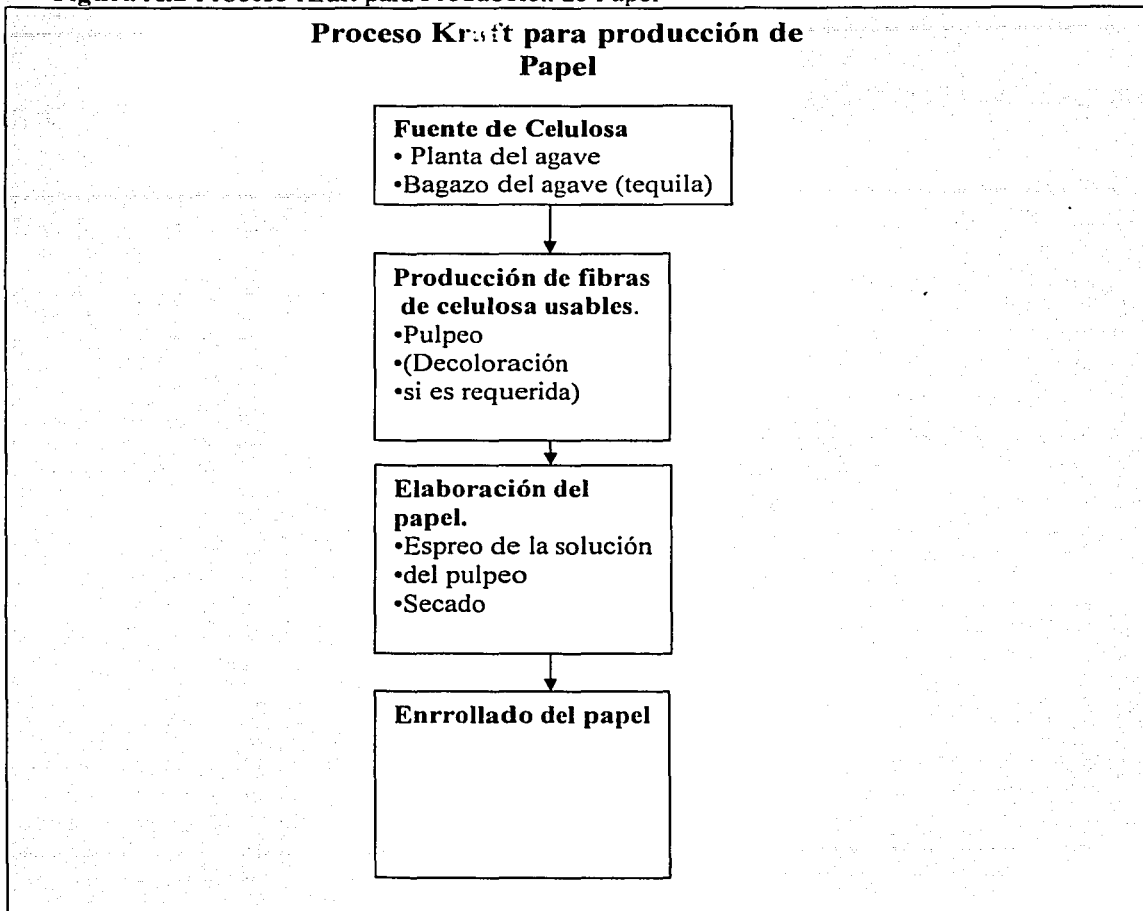
<u>Agave vilmoriana</u> (Agave Pulpo)	Sonora, Sinaloa
<u>Agave weberi</u>	San Luis Potosí, Tamaulipas (México) Texas (USA).
<u>Agave xylonacantha</u>	Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas
<u>Agave zebra</u>	Sonora

**Figura A.1** Ejemplificación del Ciclo de Calvin.



## A.2 Proceso general para la obtención de papel.

Figura A.2 Proceso Kraft para Producción de Papel<sup>(67)</sup>



En el procesp Kraft (es un proceso de pulpeo), se emplea una solución acuosa de hidróxido de sodio y sulfito de sodio, la cual disuelve de manera selectiva a la lignina.

El proceso Kraft, tiene dos variantes: Proceso con sulfatos y proceso con sulfitos.

El proceso con sulfatos emplea sosa caustica y sulfato de sodio. Una pulpa fuerte y no decolorada (café) es obtenida.

En el proceso con sulfitos se completa con peróxido de hidrógeno, dando un papel con calidades de impresión.

### A.3 Número Kappa

El número Kappa, mide la cantidad de lignina presente en una pulpa obtenida mediante el proceso Kraft (TAPPI Standard T236).

### A.4 Unidades útiles para el proceso de obtención de papel.

Medición	Unidades SI
• <u>Índice de Razgado</u> 100 gramos fuerza por metro cuadrado por gramo.	m Nm <sup>2</sup> /g
• <u>Índice de Rompimiento</u> Gramos fuerza por centímetro cuadrado por metro cuadrado por gramo (g/cm <sup>2</sup> x m <sup>2</sup> /g).	Unidades del índice de rompimiento Kpa m <sup>2</sup> /g

### A.5 Cromatografía de gases y Cromatografía de gases capilar

La cromatografía de gases (abreviada como CG) es una técnica analítica que se basa en la separación de compuestos gracias a las interacciones que presentan entre dos fases, donde una de éstas es la fase móvil, que es un gas y la otra una fase estacionaria, que es un líquido.

En la CG clásica, los componentes de la fase móvil son transportados a través de una columna empacada con un soporte de partículas sólidas cubiertas con fase estacionaria. La cromatografía de gases Capilar emplea una columna tubular abierta de sílice fundido con una película de fase estacionaria en la pared interna, el uso de estas columnas ofrece un aumento significativo en la capacidad de separación en comparación con las columnas empacadas convencionales; tradicionalmente ha sido empleada para separar: mezclas complejas, componentes con características fisicoquímicas muy similares y mezclas que tienen un gran número de compuestos.

Dadas las características de las bebidas alcohólicas, La CGC es la más conveniente para analizarla.

### A.6 Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas

Combinar la CG con la espectrometría de masas (CGEM), es Técnica analítica disponible más completa que existe en el análisis de alimentos actualmente. Esta técnica está bien establecida en la ciencia de alimentos y tiene aplicaciones principalmente en el área de seguridad de alimentos, por ejemplo análisis de pesticidas y residuos de drogas. Otra área donde ha tenido gran aplicación ha sido en la separación e identificación de compuestos volátiles del sabor de los alimentos y como ya se mencionó, esta técnica ha tenido un gran impacto en el análisis de bebidas alcohólicas.

### A.7 Técnicas Preparativas Microextracción en Fase Sólida

La microextracción en fase sólida (abreviada como  $\mu$ EFS) es una técnica de extracción reproducible pero no cuantitativa.

Es una técnica de extracción que se realiza prácticamente en un solo paso y elimina el uso de disolventes completamente. En esta técnica, se tiene una fibra de sílica fundida, cubierta con una fase estacionaria, dicha fibra se encuentra detenida por un soporte parecido a una jeringa.

Se ha empleado dentro del campo de investigación y análisis de alimentos, como también en el análisis general de sabores. En la determinación de cafeína en bebidas<sup>(94)</sup> y también se ha probado para investigar sobre los sabores que imparte el corcho a los vinos, también se ha probado para la caracterización del origen de algunos vodkas.<sup>(55)</sup> Por lo tanto esta técnica tiene un potencial importante en el análisis de bebidas alcohólicas.

#### **A.8 Análisis Descriptivo Cuantitativo QDA.**

El análisis descriptivo cuantitativo (abreviado como QDA) es una técnica donde se entrena identificando y cuantificando las propiedades sensoriales de un producto o ingrediente en orden de aparición.

El QDA se basa en la habilidad de los jueces para verbalizar percepciones de un producto en manera confiable. Esta prueba involucra una selección formal y un procedimiento de entrenamiento, desarrollo y uso de un lenguaje sensorial y la calificación de productos en pruebas con repetición de productos para obtener una completa descripción cuantitativa. La información generada sirve para construir un modelo multidimensional cuantitativo que perfila los parámetros que definen o describen a uno o varios productos.

## ANEXO II

### NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-006-SCFI-1994, BEBIDAS ALCOHOLICAS-TEQUILA ESPECIFICACIONES.

En la elaboración de dicha norma, participaron las siguientes instituciones:

- Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA).
- Cámara Regional de la Industria Tequilera (CRT)
- Casa Cuervo S.A de C.V.
- Consejo Regulador del Tequila.
- Destiladora Azteca de Jalisco, S.A de C.V.
- Destiladora González Gonzalez, S.A. de C.V.
- Destilados de Agave, S.A de C.V.
- Distilled Spirits Council of the United States..
- Empresa Ejidal Tequilera Amatlán, Fábrica de Tequila La Nueva Reforma.
- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, (IMIP).
- La Madrileña S.A de C.V.
- Licores Veracruz.
- President Forum Of The Beverage Alcohol Industry.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- Delegación Federal del Estado de Jalisco.
- Dirección General de Normas.
- Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación, S.C. (NORMEX).
- Tequila Cascahuin, S.A.
- Tequila Centinela, S.A. de C.V.
- Tequila Cuervo, S.A. de C.V.
- Tequila El Viejito, S.A. de C.V.
- Tequila Herradura, S.A. de C.V.
- Tequila Orendain de Jalisco, S.A, de C.V.
- Tequila Santa Fe, S.A. de C.V.
- Tequila Sauza, S.A. de C.V.
- Tequila Tres Magueyes, S.A de C.V,
- Tequilas del Señor, S.A. de C.V.

### NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-006-SCFI-1994, BEBIDAS ALCOHOLICAS-TEQUILA ESPECIFICACIONES.

(Cancela a la NOM-006-SCFI-1993).

El objetivo de esta norma es Protección a la Denominación de Origen "Tequila", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de Octubre de 1977.

#### Objetivo.

Esta NOM establece las características y especificaciones que deben cumplir los usuarios autorizados para producir, envasar y/o comercializar tequila.

#### Campo de aplicación.

Esta NOM se aplica a la bebida alcohólica obtenida a partir de agaves de la especie Tequilana Weber variedad Azul, cultivados en las entidades federativas y municipios señalados en la Declaración.

Normas Oficiales Mexicanas (como referencias).

NOM-002-SCFI PRODUCTOS PREENVASADOS-CONTENIDO NETO, TOLERANCIAS Y MÉTODOS DE VERIFICACIÓN.

NOM-030-SCFI INFORMACIÓN COMERCIAL DE CANTIDAD EN LA ETIQUETA.  
NOM-117-SSA1 BIENES Y SERVICIOS-MÉTODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACIÓN DE CADMIO, ARSENICO, PLOMO ESTAÑO, COBRE, FIERRO, ZINC Y MERCURIO EN ALIMENTOS, AGUA POTABLE Y AGUA PURIFICADA POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA.  
NOM-120-SSAA1 BIENES Y SERVICIOS-PRÁCTICAS DE HIGIENE Y SANIDAD PARA EL PROCESO DE ALIMENTOS, BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS Y ALCOHÓLICAS.  
NOM-142-SSA1 BIENES Y SERVICIOS-BEBIDAS ALCOHÓLICAS ESPECIFICACIONES SANITARIAS-ETIQUETADO SANITARIO Y COMERCIAL.

#### **4. DEFINICIONES.**

Para los efectos de esta NOM se establecen en orden alfabético las definiciones siguientes:

##### **4.1 Abocado.**

Procedimiento para suavizar el sabor del tequila, mediante la adición de uno o más de los siguientes ingredientes:

- Color caramelo.
- Extracto de roble o encino natural.
- Glicerina.
- Jarabe a base de azúcar.

El uso de cualquiera de estos ingredientes no debe ser mayor del 1% en relación al peso total que tiene el tequila, antes de su envasado; la coloración que resulte de este proceso debe ser amarillenta.

##### **4.2 Agave.**

Planta de la familia de las amarilidáceas, de hojas largas y fibrosas, de forma lanceolada, de color verde azulado, cuya parte aprovechable para la elaboración del tequila es la piña o cabeza. La única especie admitida para los efectos de esta NOM, es la Tequilana Weber, variedad azul, que haya sido cultivada dentro de la zona señalada en la Declaración.

##### **4.3 Buenas prácticas de fabricación.**

Conjunto de normas y actividades relacionadas entre sí, destinadas a garantizar que los productos tiene y mantienen las especificaciones requeridas para su consumo.

##### **4.4 Dependencia.**

Cualquier dependencia o entidad de la Administración Pública Federal.

##### **4.5 DGN.**

La dirección General de Normas de la SECOFI.

##### **4.6 Etiqueta.**

Todo rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra forma descriptiva o gráfica, ya sea que esté impreso, marcado, grabado, en relieve, hueco, estarcido o adherido al empaque o envase del producto.

##### **4.7 IMIP.**

El Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

##### **4.8 Ley.**

La ley Federal sobre Metrología y Normalización.

##### **4.9 Límite mínimo y límite máximo.**

Cantidad fijada en esta NOM en la que no existe tolerancia.

##### **4.10 Lote.**

Cantidad de un producto elaborado en un mismo lapso para garantizar su homogeneidad.



**4.11 Maduración del tequila.**

Transformación lenta que le permite adquirir al producto características organolépticas deseadas, por procesos fisicoquímicos que en forma natural tienen lugar durante su permanencia en recipientes de madera de roble o encino.

**4.12 NOM.**

Norma Oficial Mexicana.

**4.13 Operaciones Unitarias.**

Son las etapas del proceso de elaboración del tequila, en las cuales las materias primas sufren cambios químicos, bioquímicos y físicos, hasta obtener un producto determinado en cada una de ellas. Existen las siguientes etapas básicas de dicho proceso: jima, hidrólisis, extracción, fermentación, destilación, maduración, en su caso y envasado.

**4.14 PROFECO.**

Procuraduría Federal del Consumidor.

**4.15 SECOFI.**

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

**4.16 Superficie principal de exhibición.**

De conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-030-SCFI, aquella parte de la etiqueta o envase a la que se le da mayor importancia para ostentar el nombre y la marca comercial del producto, excluyendo las tapas y fondos de latas, tapas de frascos, hombros y cuellos de botellas.

**4.17 Tequila.**

Bebida alcohólica regional obtenida por destilación y rectificación de mostos, preparados directa y originalmente del material extraído, dentro de las instalaciones de la fábrica, derivado de la molienda de las cabezas maduras de agave, previa o posteriormente hidrolizadas o cocidas y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras, cultivadas o no, siendo susceptible de ser enriquecido por otros azúcares hasta en una proporción no mayor de 49 %, en la inteligencia de que no están permitidas las mezclas en frío. El tequila es un líquido que, de acuerdo a su tipo, es incoloro o amarillento cuando es madurado en recipientes de madera de roble o encino, o cuando se aboque sin madurarlo.

Cuando esta NOM se haga referencia al término "Tequila", se entiende que se aplica a las dos categorías señaladas, salvo que exista mención expresa al "Tequila 100% de agave" o "Tequila 100% puro de agave".

**4.17.1 Tequila Blanco.**

Producto cuya graduación alcohólica comercial, debe, en su caso, ajustarse con agua de dilución.

**4.17.2 Tequila Joven u oro.**

Producto susceptible a ser abocado, cuya graduación alcohólica comercial debe, en su caso, ajustarse con agua de dilución. El resultado de las mezclas de tequila blanco con tequilas reposados y/o añejos se considera como tequila joven u oro.

**4.17.3 Tequila Reposado.**

Producto susceptible de ser abocado, que se deja por lo menos dos meses en recipientes de madera de roble o encino, cuya graduación alcohólica comercial debe, en su caso, ajustarse con agua de dilución. En mezclas de diferentes tequilas reposados, la edad para el tequila resultante es el promedio ponderado de las edades y volúmenes de sus componentes.

**4.17.4 Tequila añejo.**

Producto susceptible a ser abocado, sujeto a un proceso de maduración de por lo menos un año en recipientes de madera de roble o encino, cuya capacidad máxima sea de 600 litros, y con una graduación alcohólica comercial que debe, en su caso, ajustarse con agua de dilución. En mezclas de diferentes tequilas añejos, la edad para el tequila resultante es el promedio ponderado de las edades y volúmenes de sus componentes.

## **5 Clasificación.**

### **5.1 Categorías.**

De acuerdo al porcentaje de los azúcares provenientes del agave que se utilicen en la elaboración del tequila, éste se puede clasificar en una de las categorías siguientes:

#### **5.1.1 “Tequila 100 % de agave” o “Tequila 100% puro de agave”.**

Es aquel producto que se obtiene de la destilación y rectificación de mostos, preparados directa y originalmente del material extraído, dentro de las instalaciones de la fábrica, derivado de la molienda de las cabezas maduras de agave, previa o posteriormente hidrolizadas o cocidas, y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras, cultivadas o no. Para que este producto sea considerado como “Tequila 100% de agave” o “Tequila 100% puro de agave” debe ser embotellado en la planta de envasado que controle el propio fabricante, misma que debe estar ubicada dentro de la zona de denominación de origen.

Este producto puede ser denominado como “Tequila 100% de agave” o “Tequila 100 % puro de agave”.

#### **5.1.2 “Tequila”.**

Es aquel producto que se obtiene de la destilación y rectificación de mostos, en cuya formulación se han adicionado hasta una proporción no mayor del 49% de azúcares distintos a los derivados de la molienda, extraídos dentro de las instalaciones de la fábrica, de las cabezas maduras del agave, previa o posteriormente hidrolizadas o cocidas y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras, cultivadas o no, en la inteligencia que no están permitidas las mezclas en frío.

## **5.2 Tipos**

**5.2.1** De acuerdo a las características adquiridas en procesos posteriores a la destilación y rectificación, el tequila se clasifica en 4 tipos:

- Tequila blanco.
- Tequila joven u oro.
- Tequila reposado.
- Tequila añejo.

**5.2.2** Para el mercado internacional la clasificación mencionada en el párrafo anterior puede ser sustituida por su traducción correspondiente:

- Tequila “Silver” en lugar de Tequila blanco”.
- Tequila “Gold” en lugar de Tequila joven u oro.
- Tequila “Aged” en lugar de Tequila reposado.
- Tequila “Extra-aged” en lugar de Tequila añejo.

**6. Especificaciones.**

**6.1 Del producto.**

6.1.1 El producto objeto de esta NOM debe cumplir con las especificaciones señaladas en la tabla 1.

**Tabla 1**  
**ESPECIFICACIONES FISICOQUÍMICAS DEL TEQUILA.**

	Tequila blanco		Tequila joven u oro.		Tequila reposado.		Tequila añejo.	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo
% de alcohol a 20°C	38	55	38	55	38	55	38	55
Extracto seco (g/l)	0	0.2	0	5.0	0	5.0	0	5.0
Valores expresados en mg/100 mL referido a alcohol anhidro								
Alcoholes superiores (en alcohol amílico) <sup>(1)</sup> .	20	400	20	400	20	400	20	400
Metanol <sup>(2)</sup>	30	300	30	300	30	300	30	300
Aldehídos	0	40	0	40	0	40	0	40
Esteres	2	270	2	350	2	360	2	360
Furfural <sup>(3)</sup>	0	1	0	1	0	1	0	1

<sup>(1)</sup>Supeditado a un análisis cromatográfico, se puede elevar el parámetro máximo hasta 500 mg/100 mL.

<sup>(2)</sup> El parámetro mínimo puede disminuir si el productor de tequila demuestra a satisfacción del organismo de certificación acreditado, que es viable reducir el contenido de metanol mediante un proceso distinto.

<sup>(3)</sup>Supeditado al análisis, vía húmeda, se puede elevar el parámetro máximo hasta 4 mg/100 mL.

6.1.2 De ser necesario, para obtener la graduación comercial requerida, se debe usar agua potable, destilada o desmineralizada.

6.1.3 Son aplicables para los efectos de esta NOM especificaciones contenidas en el inciso 6.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-142-SSA1, para lo cual debe tomarse en consideración la Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1. Dichas especificaciones son exclusivamente objeto de verificación oficial por parte de las dependencias y su certificación no es obligatoria.

**6.2 Del agave.**

El agave que se utilice como materia prima para la elaboración de tequila, debe ser maduro, de la especie Tequilana Weber, variedad Azul, y haber sido cultivado en la región geográfica descrita en la declaración.

**6.3 Uso de azúcares.**

El producto objeto de esta NOM es susceptible a ser enriquecido por otros azúcares hasta en una proporción no mayor del 49%, en la medida de que se trate del tequila a que hace referencia el inciso 5.1.2, sin que se permitan las mezclas en frío.

**6.4 Maduración.**

El caso del tequila reposado, el producto debe dejarse en recipientes de madera de roble o encino por lo menos dos meses. Para el tequila añejo el proceso de maduración debe durar por lo menos, un año en recipientes de madera de roble o encino, cuya capacidad máxima sea de 600 litros.

**7 Muestreo.**

**7.1 Requisitos generales.**

La aplicación del muestreo descrito en esta NOM obliga a los fabricantes y envasadores a llevar un control de calidad permanente a través de su propia infraestructura o por medio de la contratación de los servicios de organismos de evaluación de la conformidad acreditados, tales como organismos de certificación, laboratorios de pruebas y/o unidades de verificación.

## **7.2 Del producto a granel.**

Del producto a granel contenido en los carros tanque, pipas o pipones, se toma una muestra constituida por porciones aproximadamente iguales, extraídas de los niveles inferior, medio y superior, en la inteligencia que el volumen extraído no debe ser menor de 3 litros. En el caso del producto contenido en barriles, se debe tomar una muestra constituida con porciones aproximadamente iguales de tal manera que se obtenga un volumen total no menor de 3 litros.

Cada muestra extraída, previamente homogeneizada debe dividirse en 3 porciones de aproximadamente un litro cada una, de las cuales debe envasarse en un recipiente debidamente identificado con una etiqueta firmada por las partes interesadas, debiendo cerrarse en forma tal que garantice su inviolabilidad. Estas porciones se reparten en la forma siguiente: dos para el organismo de certificación de producto o unidad de verificación acreditados o a falta de éstos, para la DGN y una parte para la empresa visitada. En el primer caso, de las dos muestras, una se analiza y la otra permanece en custodia para usarse en caso de tercera.

## **7.3 Envases menores.**

**7.3.1** Para producto en recipientes menores, cada muestra debe integrarse con el conjunto de las porciones aproximadamente iguales, de tal manera que se obtenga un volumen total no menor de 3 litros.

Cuando el número de envases muestreados resulte insuficiente para reunir los 3 litros requeridos como mínimo, se muestrean tantos envases como sean necesarios hasta completar dicho volumen. Con las muestras se debe proceder de acuerdo con el último párrafo del inciso 7.2.

**7.3.2** La selección de los barriles o envases menores para extraer las porciones de muestra debe efectuarse al azar.

## **8 Métodos de prueba.**

La verificación del cumplimiento de las especificaciones que se establecen en esta NOM, se realiza como sigue:

### **8.1 Del producto.**

Deben aplicarse los métodos de prueba referidos en el capítulo 3 de esta NOM.

### **8.2 Del Proceso de fabricación.**

#### **8.2.1 Maduración en recipientes de roble o encino.**

Constatación de la existencia de recipientes y documentos de ingresos y extracciones de producto de esos recipientes (bitácora foliada).

Los recipientes en que se realiza deben estar sellados durante todo el tiempo del proceso, Los sellos son impuestos y levantados por el organismo de certificación de producto acreditado.

#### **8.2.2 Agua destilada o desmineralizada.**

Debe constatarse la existencia del equipo de destilación o desmineralización en condiciones de operación y la bitácora de uso del equipo y destino del agua destilada o desmineralizada. En su caso, debe verificarse la existencia de las facturas o comprobantes de compra o entrega, de los volúmenes utilizados de agua destilada o desmineralizada.

### **8.3 Relativas a la autenticidad del tequila.**

#### **8.3.1 Agave.**

El agave que se utilice como materia prima para la elaboración de cualquier tipo de tequila, debe cumplir con los requisitos mencionados a continuación:

**8.3.1.1** Estar inscrito en el Registro de Plantación de Predios instalado para tales efectos por el organismo de certificación de producto acreditado.

**8.3.1.2** Contar con la supervisión del organismo de certificación de producto acreditado en donde se comprueben los requisitos enunciados en el inciso 6.2 y en el subinciso 8.3.1.1.

### 8.3.2 Uso de azúcares.

**8.3.2.1** El productor de tequila debe demostrar, en todo momento, que el producto no ha sido adulterado en las operaciones unitarias durante su elaboración, particularmente a partir de la formulación de los mostos. La prueba admisible para tales efectos consiste en un balance de materias primas y materiales que determine la participación mayoritaria o total de los azúcares procedentes del agave, así como en el cálculo de eficiencias de cada operación unitaria y del total de las etapas del proceso de elaboración. Por tal motivo, el productor de tequila debe llevar un registro actualizado de por lo menos, los documentos siguientes:

- a) Facturas de materia prima y de venta de producto terminado.
- b) Fichas de entradas y salidas de materia prima y producto terminado; y maduración.
- c) Inventarios, fichas de entradas y salidas de producto sometido a un proceso de maduración.

**8.3.2.2** En ningún momento el productor de tequila puede elaborar simultáneamente cualquier otro producto en las instalaciones del productor autorizado por la dependencia competente, a menos de que cuente con líneas de producción claramente diferenciadas a juicio del organismo de certificación acreditado y se notifique a éste dicha circunstancia con la debida anticipación a la fecha de inicio de producción simultánea de cualquier otro producto distinto del tequila.

**8.3.2.3** La comprobación de lo establecido en esta NOM se realiza a través de inspección permanente por parte del organismo de certificación de producto acreditado, independientemente de que puede ser corroborado por cualquier autoridad federal competente o por una unidad de verificación acreditada.

Este requisito se cumple a través del uso ininterrumpido de sistemas aleatorios de inspección previamente aprobados por la DGN, los cuales, en su caso, deben por lo menos incluir una huella cromatográfica que permita identificar el tequila de cada productor y garantice la calidad del producto.

### 8.4 Envasado.

El envasado del tequila debe demostrar, en todo momento, que el producto no ha sido adulterado desde su entrega a granel hasta el envasado final del mismo.

Para tales efectos, la actividad de envasado sujeta a los lineamientos siguientes:

**8.4.1** Los envasadores que no produzcan tequila y/o adquieran el producto a granel de un fabricante, no pueden mezclar tequila de diferentes tipos o procedencias.

**8.4.2** El envasador no puede utilizar más de un proveedor de tequila por marca o por tipo de tequila de esa marca.

**8.4.2.1** El producto que ostente la leyenda "Tequila 100 % de agave" o "Tequila 100% puro de agave" debe ser embotellado en la planta de envasado del propio fabricante dentro de la zona de denominación de origen. En caso de que la planta no esté ubicada en las instalaciones de la fábrica, el traslado a granel del producto debe ser supervisado por el organismo de certificación de producto acreditado, o en su caso, por una unidad de verificación acreditada, a través de los mecanismos que previamente apruebe la DGN. Se considera que la planta de envasado es del propio fabricante cuando éste mantiene el control total del proceso de envasado.

**8.4.2.2** El traslado a granel del tequila debe ser supervisado por una unidad de verificación acreditada, de conformidad con los mecanismos que previamente apruebe la DGN. El proceso de envasado está sujeto a la inspección por lote de esa unidad de verificación.

**8.4.2.3** El envasador que no es productor de tequila, no debe cambiar en forma alguna las características organolépticas del producto que recibe, salvo diluirlo con agua para obtener la graduación alcohólica comercial del tequila dentro de los parámetros permitidos en esta NOM. Por lo tanto, no puede madurar ni abocar el mismo.

**8.4.2.4** El envasador que no es productor de tequila sólo puede envasar el producto que haya sido elaborado bajo la supervisión del organismo de certificación acreditado. Por tal motivo, debe corroborar que cada lote que recibe cuenta con un certificado de conformidad de producto vigente.

**8.4.2.5** El envasador no debe envasar simultáneamente producto distinto del tequila en sus instalaciones, a menos de que cuente con líneas de producción claramente diferenciadas a juicio de la unidad de verificación acreditada que se contrate para supervisar dicho proceso y se notifique dicha circunstancia a esa unidad de verificación con la

debida anticipación a la fecha de inicio del proceso de envasado simultáneo de cualquier producto distinto del tequila.

**8.4.2.6** El envasador que no es productor de tequila debe llevar un registro actualizado de, por lo menos los documentos siguientes:

- a) Notas de remisión, facturas de compraventa de tequila y de materiales de envase, incluyendo etiquetas;
- b) Cuadros comparativos de análisis de especificaciones fisicoquímicas previos a la comercialización, con los parámetros permitidos en el inciso 6.1 de esta NOM; y
- c) Copia de los certificados de cumplimiento de NOM que amparen cada lote que haya sido recibido.

**8.4.2.7** Para demostrar que el tequila no ha sufrido adulteraciones durante el proceso de envasado, deben coincidir las comparaciones de áreas y posición de picos cromatográficos de muestreo, realizados en la planta de envase con los obtenidos en la fábrica proveedora de tequila.

**8.4.2.8** El tequila se debe envasar en recipientes nuevos, aceptados por las autoridades sanitarias, que garanticen su conservación y no alteren su calidad. La capacidad de cada envase no debe ser mayor a 5 litros y en ningún caso, se debe usar envases con marcas que pertenezcan a otro fabricante.

**8.4.2.9** La comprobación de lo establecido en el inciso 8.3.3, y que en general cualquier aspecto relacionado de esta NOM que se aplique a la actividad de envasado, se realiza a través de la inspección por lote que para tales efectos lleva acabo la unidad de verificación acreditada que se contrate para supervisar dicho proceso, independientemente que puede ser corroborado por cualquier dependencia.

**8.5 Presunción de incumplimiento.**

Si cualquier dependencia competente a una unidad de verificación acreditada detecta incumplimiento de cualquier disposición contenida en esta NOM, particularmente a lo señalado en el presente capítulo, por parte de un productor y envasador de tequila, se presume la comisión de una infracción. Dentro de los 15 días hábiles siguientes a la notificación de la resolución que emita la dependencia competente, el presunto infractor puede manifestar por escrito lo que a su derecho le convenga, en la inteligencia que una vez agotado dicho plazo, la dependencia que emitió esa resolución puede imponer las sanciones que correspondan, de conformidad con la legislación de la materia.

Lo anterior, deja a salvo las facultades que, conforme a otras disposiciones legales, posean en materia de inspección las dependencias.

**8.6 Trámites ante dependencias.**

El incumplimiento de cualquier trámite necesario para obtener las autorizaciones para producir, envasar y/o comercializar tequila, que hayan sido aprobadas por la DGN o en el IMPI, en el ámbito de sus competencias, se considera violatorio de las disposiciones de esta NOM.

**9 Control de Calidad.**

De conformidad con el artículo 56 de la Ley, los productores y envasadores de tequila deben mantener sistemas de control de calidad compatibles con las normas aplicables y las buenas prácticas de fabricación. Así mismo, también deben verificar sistemáticamente las especificaciones contenidas en esta NOM, utilizando equipo suficiente y adecuado de laboratorio, así como los métodos de prueba apropiados, llevando un control estadístico de la producción que objetivamente demuestre el cumplimiento de dichas especificaciones.

**10 Comercialización.**

**10.1** El productor y el envasador no pueden comercializar tequila alguno que no cuente con un certificado expedido por el organismo de certificación acreditado.

**10.2** Se prohíbe la venta a granel del tequila tanto en el mercado nacional como en el internacional. Así mismo, se prohíbe la exportación de tequila a cualquier país y/o comprador distinto del expresado en el certificado de exportación que expida para esos efectos el organismo de certificación de producto acreditado.

**10.3** La compra y venta de producto a granel entre productores de tequila, se considera como una operación de materia prima y por consiguiente, permita en esta NOM, siempre y cuando se realice bajo las condiciones siguientes:

**10.3.1** El traslado del producto a granel y la subsecuente recepción, debe ser supervisada por un organismo de certificación de producto acreditado, el cuál lo hace constar en un registro especial que se toma en cuenta en el balance de materias primas de la fábrica receptora.

**10.3.2** El producto que se recibe, debe sufrir un cambio que le dé valor agregado. Así éste debe ser madurado o abocado, o si se recibe Tequila blanco, al menos diluirlo en agua hasta su graduación alcohólica comercial y envasarlo.

**10.3.3** El número de contraseña oficial que debe ostentar en la etiqueta el tequila es el correspondiente de la fábrica receptora.

**10.3.4** El productor y envasador de tequila debe reportar el número de litros producidos o envasados mensualmente al organismo de certificación de producto acreditado o, en su caso, a la unidad de verificación acreditada, especificando el nombre de los compradores directos a granel en el mercado nacional e internacional y bajo que marcas se está comercializando el producto. Estas entidades acreditadas deben elaborar un informe bimestral en donde se haga constar el producto certificado por marca que legítimamente puede ser comercializado, mismo que debe ser enviado a la DGN, a la IMPI y a la PROFECO.

**10.3.5** El productor autoriza a utilizar la denominación de origen tequila, debe satisfacer los lineamientos establecidos en esta NOM y en la Ley de Propiedad Industrial, particularmente los siguientes:

- a) Estar al corriente en los trámites a que se refiere el inciso 8.5 de esta NOM; y
- b) Contar en todo momento con un certificado de cumplimiento con esta NOM, expedido por un organismo de certificación de producto acreditado.

**10.3.6** En caso de que se quiera utilizar una marca para el tequila, distinta a la del productor o el tequila sea envasado por una persona diferente al fabricante, se debe presentar par su inscripción ante el IMPI un convenio de corresponsabilidad que incluya las declaraciones y cláusulas que para tales efectos publique el IMIP en el Diario Oficial de la Federación, de conformidad con esta NOM y con el artículo 175 de la Ley de la Propiedad Industrial. Adjunto a ese convenio se deben anexar los proyectos de etiqueta que se adherirán al envase en el cual se comercialice, en el país o en el extranjero, dicho producto. En ningún momento las etiquetas deben dañar o menoscabar la imagen del tequila como producto nacional.

**10.3.7** El envasador debe cumplir cabalmente con los requisitos de etiquetado contenidos en el capítulo 11 de esta NOM. Lo anterior, independientemente de los requisitos que impongan las leyes del país importador.

## **11 Información comercial.**

### **11.1 Marca y etiquetado.**

Cada envase debe ostentar una etiqueta en forma destacada y legible, con la siguiente información en idioma español:

- a) La palabra "Tequila".
- b) Categoría y tipo a las que pertenece, conforme al capítulo 5 de esta NOM;
- c) Contenido neto expresado en litros o mililitros, conforme a la LOM-030-SCFI.
- d) Porcentaje de alcohol en volumen a 20°C, que podrá abreviarse "%Alc. VOL";
- e) Nombre o razón social del productor de tequila o de la fábrica autorizada y, en su caso, del envasador que haya obtenido un dictamen de la unidad de verificación acreditada, distinto al certificado del productor del tequila;
- f) Domicilio del productor de tequila o de la fábrica autorizada y, en su caso, del envasador que haya obtenido un dictamen en la unidad de verificación acreditada, distinto al certificado del productor del tequila;
- g) Marca registrada;
- h) La leyenda "HECHO EN MÉXICO".
- i) Contraseña oficial, conforme a la norma oficial mexicana correspondiente;
- j) Lote: cada envase debe llevar grabada o marcada la identificación del lote a que pertenece, con una indicación en clave. La identificación del lote que incorpore el fabricante no debe ser alterado u oculto de forma alguna; y,

- k) Otra información sanitaria o comercial exigida por otras disposiciones legales aplicables a las bebidas alcohólicas.

### **11.2 Presentación de la información.**

**11.3** Deben aparecer en la superficie principal de exhibición, cuando menos, la información señalada en las literales a), b), c) y g) del inciso 11.1. El resto de la información a que se refiere este inciso, debe aparecer y puede incorporarse en cualquier otra parte de la etiqueta o envase.

**11.4** Para el producto de exportación, deben aparecer en la superficie principal de exhibición, cuando menos, la información señalada en las literales a), b) y g) del inciso 11.1. La información contenida en las literales e), h) e i) del inciso 11.1, debe aparecer y debe incorporarse en cualquier otra parte de la etiqueta o envase. La información contenida en la literal h) del inciso 11.1 puede ser objeto de traducción a otro idioma.

### **12 Bibliografía.**

- 12.1 NOM-006-SCFI-1993 Bebidas Alcohólicas-Tequila-Especificaciones.
- 12.2 NOM-008-SCFI-1993 Sistema General de Unidades de Medida.
- 12.3 Declaración General de Protección a la Denominación de Origen "Tequila" publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de octubre de 1977.
- 12.4 Ley de Propiedad industrial, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de agosto de 1994.
- 12.5 Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de Julio de 1992.

### **13 Concordancia con normas internacionales.**

No se establece concordancia con normas internacionales por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

México D.F; a 14 de Agosto de 1997.- La directora de Normas, Carmen Quintanilla Madero.- Rúbrica.

Fecha. Jorge Sánchez Cordero.



## Bibliografía

- 1 Rico, B. "La Historia del Tequila se entrelaza con la Historia de México". *Bebidas Mexicanas*; vol 5, No 1; pp: 4-6, Feb-Mar 1996.
- 2 Enciclopedia de México. (1988), Compañía Editora de Enciclopedias de México S.A. de C.V. SEP. Tomo XIII, pp:7656-7660.
- 3 Garduño, A., "Proceso del Elaboración del Tequila". vol 5, No 1; pp:10-13, Feb-Mar 1996.
- 4 Garduño, A., "Defensa de la Denominación de Origen del Tequila". Vol 5, No 1; pp: 7-9; Feb-Mar 1996.
- 5 Rico, B.F., "El Tequila, una Bebida Mexicana de Fama Internacional". *Bebidas Mexicanas*. Vol 4, No 1; pp: 14; Dic 1995.
- 6 Cedeño, C.M; "Tequila Production". *Critical Reviews in Biotechnology*, vol 15, No 1; pp: 1-11, 1995.
- 7 Álvarez, C.J; "¿Gusta Usted un Tequila?". *Inf. Cient. Tecn., CONACYT*. 18 (232): 44-51, 1996.
- 8 Cobián, F. "Los Costos del boom: tequila caro y escasez de agave". *Revista Proceso* No. 1213; Enero 30, 2000.
- 9 Gutierrez, A. "Por las nubes el precio del tequila", *Revista: México Global*; Julio 7, 2000.
- 10 Orihuela, G. "Llega al tequila jima tributaria". *Periódico Reforma*, año 9, No 2942 sección N-3; Enero 3, 2002.
- 11 Frías, C. "Crisis en industria del tequila; campesinos e IP buscan acuerdo". *Periódico La Jornada*; Julio 31, 2000.
- 12 [www.crt.org.mx](http://www.crt.org.mx)
- 13 Yuste, J. "Escasez de agave para tequila por su gran demanda". *La Crónica de Hoy*; Marzo 29, 2000.
- 14 [www.mexicoglobal.net](http://www.mexicoglobal.net)

- 15 Pliego, S. "Interviene SECOFI para evitar una cruda crisis del tequila". Periódico: La crónica de Hoy; México; Julio 6, 2000.
- 16 Talamantes A. "Acuerdan Precio para el agave azul". Periódico Público [www.publi.com/news](http://www.publi.com/news) ; Año III, número.1052; Agosto 3, 2000.
- 17 Orozco, Martínez, J. "De Mayahuel a Tezcatlipoca, Visión General de la Industria del Tequila". Publicación: ITESO (Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente), julio 2000.
- 18 Beltrán del Río, P. "Con reservas de agave azul para 39 años, Sudáfrica podría Iniciar con México la guerra del tequila"; Revista Proceso 1095, Octubre 26, 1997.
- 19 Muria, J,M."Cuando el Tequila se Convirtió en Agua y en Piedra". Revista 100% Tequila; pp: 70-80, Oct-Dic 1999.
- 20 Muria, J,M. "Una Carga Fiscal que se Sube a la Cabeza" Revista: 100% Tequila, pp: 93-96, Oct-Dic 1999.
- 21 Flores, S. "Tequila más caro". Periódico Reforma, año 9, No 2942 sección 4-A; Enero 3, 2002.
- 22 G. Iñiguez-Covarrubias. "Utilization of by products from the tequila industry: part1: Agave bagasse as a raw material for animal feeding and fiberboard production". Bioresource Technology vol 77, año 2001; pp: 25-32.
- 23 G Iñiguez-Covarrubias "Utilization of by-products from the tequila industry". Part 2: potential value of *Agave tequilana* Weber azul Leaves. Bioresource Technology vol 77, año 2001; pp: 101-108.
- 24 Gonzalo Idarraga. "Pulp and Paper from Blue Agave Waste from Tequila Production". Journal of Agricultural Food Chemistry. vol 47, año 1999, pp:4450-4455.
- 25 [www.desert-tropicals.com](http://www.desert-tropicals.com)
- 26 Pimenta Barrios, E. "Efectos de la temperatura ambiental en la tasa fotosintética y respiratoria, su relación con la acumulación de azúcares". Universidad de Guadalajara, reporte avances de la investigación, Marzo 18, 1999.
- 27 Harper. Bioquímica de Harper. Edit, El Manual Moderno; 4ta edición, año 1994 pp: 185, 186, 345-347, 739 y 878.

- 28 [www.chemedia.com](http://www.chemedia.com)
- 29 Amarella Eastmond; "Henequen and Challenge of Sustainable Development in Yucatan", México. Biotechnology and Development Monitor No. 41, pp: 11-15, Marzo 2000.
- 30 [www.colciencias.gov.com](http://www.colciencias.gov.com)
- 31 Talamantes, F. "Proponen la Biotecnología para superar la escasez de agave" Periódico: La Jornada; Agosto 4, 2000.
- 32 Fucikovsky, Zak, L. "La Tristeza y Muerte del *Agave tequilana* Weber var azul"; Universidad de Guadalajara, Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad; Avances en la Investigación 1999.
- 33 Luna, H.G. 1996. "Putridión del tallo de *Agave tequilana* Weber en el Estado de Jalisco", México. Tesis Lic., Universidad Autónoma de Chapingo, Edo. de México. 85p.
- 34 Pimienta-Barrios, E. "Epidemiología y manejo integrado de problemas fitosanitarios en *Agave tequilana* Weber var azul" Universidad de Guadalajara. Colegio de postgraduados, instituto de fitosanidad reporte avances de la investigación, Marzo 18, 1999.
- 35 Pimienta-Barrios, E. "Determinación de las principales plagas del agave en los altos de Jalisco, y algunas medidas de control". Universidad de Guadalajara. Colegio de postgraduados, instituto de fitosanidad reporte avances de la investigación, Marzo 18, 1999.
- 36 Rodríguez-Garay, B. "Efecto de los inhibidores de las síntesis de poliaminas bacteriales y fúngicas para el control de microorganismos patógenos en *Agave tequilana* Weber var azul" CIATEJ. Reporte de avances de la investigación, Marzo 15, 1999.
- 37 Tavares, R. "Los Costos del boom: tequila caro y escasez de agave". Revista Proceso No. 1213; Enero 30, 2000.
- 38 NOM-006-SCFI-1994, Bebidas Alcoholicas-Tequila-Especificaciones.
- 39 Durán A. "Hasta que el Agave Aguante", periódico Reforma; sección 6G. Julio 14, 2000

- 40 Mancilla N.A. "Maillard Compounds Generated During Thermal Process of *Agave tequilana* Weber var. *Azul*". Biotecnología e Ingeniería Genética de Plantas, Cinvestav-IPN Irapuato, Guanajuato; reporte anual al IFT 1999.
- 41 Pinal, L., Cedeño, M., "Fermentation Parameters influencing higher alcohol production in the tequila process". Biotechnology Letters, Vol 19, No 1 January 1997, pp: 45-47.
- 42 Palmqvist, E. Almeida, J. "Influence of Furfural on Anaerobic Glycolytic Kinetics of *Saccharomyces cerevisiae* in Batch Culture". Biotechnology and Bioengineering, Vol. 62, No. 4, February 1999, pp: 45-59.
- 43 Romano, P., Paraggio, M. "Stability in by-product formation as a strain selection tool of *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts". Journal of Applied Microbiology No 84, 1998; pp: 336-341.
- 44 Fukuda, K., Muromachi, A., "Mutants Producing High Concentrations of the Flavor Components Active Amyl Alcohol and Normal Propanol in *Saccharomyces cerevisiae*". Journal of Fermentation and Bioengineering, Vol. 75, No. 4; 1993, pp: 288-292.
- 45 Fukuda, K., Watanabe Makoto. "Mutants of Yeast *Saccharomyces cerevisiae* Producing Large Amounts of the Flavor Components Isobutyl Alcohol and Isoamyl Alcohol". Agric. Biol. Chem., Vol 54 No 9, 1993; pp: 2445-2446.
- 46 Myers, D.K., Lawlor D.T.M. "Influence of Invertase Activity and Glycerol Synthesis and Retention on Fermentation of Media with a High Sugar Concentration by *Saccharomyces cerevisiae*". Applied and Environmental Microbiology; Jan. 1997, pp: 145-150.
- 47 Idarraga, G., Ramos, J. "Pulp and Paper from Blue Agave Waste from Tequila Production". Journal. Agric. Food Chem. vol, 47, año 1997, pp: 4450-4455.
- 48 Univ Western Ontario. "Yeast Communities in a Natural Tequila Fermentation". Antonie van Leeuwenhoek, August, Vol 68, No. 2, 2000; pp:151-160.
- 49 Berry, D.R., Watson, D.C. "Production of Organoleptic Compounds In: Yeast Biotechnology". Crit Revs. Biotechnology, vol 15, No 1, 1998, pp: 1-11.
- 50 Engan, S. Beer Composition In: Brewing Sciences., Pollock, J.R.A. 3a ed. Vol. 2, 1995; pp 94-104. Academic Press London.

- 51 Benn, M.S. Peppard, T.L. "Characterization of Tequila Flavor by Instrumental and Sensory Analysis". J. Agrc. Food Chem., Vol. 44, No. 2, 1996, pp: 557-566.
- 52 Comisión federal de competencia: "Inicio de investigación por practicas monopólicas de la producción, distribución y comercialización del *Agave tequilana Weber var Azul*"; expediente IO-14-2000; julio 20, 2000.
- 53 Iñiguez-Covarrubias G., Gómez-Franco, M. "Utilization of Recovered Solids From Tequila Industry Vinasse as Fodder Feed". J. Agrc. Food Chem., Vol. 44, No. 2, 1996, pp 151-155.
- 54 Santillan, V., Caracterización del Tequila por Cromatografía de Gases. Tesis de Maestría, UNAM Facultad de Química, 1998.
- 55 Franco, S. M., Desarrollo del Perfil de Sabor del Tequila. Tesis Licenciatura, UNAM Facultad de Química, 1997.
- 56 Covarrubias, M.A., Identificación y Cuantificación de Ésteres Eftílicos de Tequila por Cromatografía de Gases Capilar. Tesis Licenciatura, UNAM Facultad de Química, 2000.
- 57 Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. Dirección de Química y Materiales (1990), "Método de prueba para certificar el origen de los Tequilas". Perfiles Cromatográficos y Análisis Isotópico de Deuterio. Informe Técnico. Junio de 1990.
- 58 Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. Dirección de Química y Materiales. (1991), "Método de prueba para certificar el origen de los Tequilas" Estudio de Variables. Septiembre 1991.
- 59 Rico, B.F. "La Cata de Vinos"; Bebidas Mexicanas Vol. 3, No 3, Jun-Jul 1994; pp: 14-17.
- 60 Coutiño C.M.V., Santillan V.M.C., "La Cata y el Léxico Enológico"; Bebidas Mexicanas Vol. 2, No. 2, Feb-Mar 1996; pp 26-29.
- 61 Pedrero, D.L., Pangborn, R.M., Evaluación Sensorial de los Alimentos Métodos Analíticos., Editorial Alhambra S.A. México D.F., 1989. Pp 90.
- 62 Álvarez, M., "La Unión Europea dará hoy al Tequila Denominación de Origen. Queda Prohibido Imitar"., Sección 34-A, Negocios, Periódico: Reforma Mayo 27, 1997.

- 63 Franco, B. "Actualización de la Normativa Vigente sobre el Tequila". *Bebidas Mexicanas.*, 1998, Vol. 7 No. 1, pp: 38-44.
- 64 Garduño, A., "Consejo Regulador del Tequila A.C"., *Bebidas Mexicanas* 1998, Vol 7, No.1, pp: 58-59.
- 65 González F.R., "Consejo Regulador del Tequila, A.C"., *Bebidas Mexicanas.*,1996 Vol 5 No. 1, pp 33-37.
- 66 Aragón, A."Consumo el Tequila, Bebida Tradicional" *EPOCA*, 16 de Noviembre de 1998
- 67 [www.rfu.org/KraftPulp.htm](http://www.rfu.org/KraftPulp.htm)
- 68 López M. "Una sinfonía de aromas"; *Avance y perspectiva* vol 20, Noviembre-Diciembre 2001; pp 421-424.
- 69 M.G. López Pérez; S.C. Guevara Yañez; "Tequila, Mezcal y Sotol: Volátiles Marcadores de Origen y Planta (especie de Agave)". *Investigación y Ciencia*; vol 9, No 24, Año 2001, pp: 28-32.
- 70 Ruíz-Corral, J; Pimienta-Barrios, E. "Regiones térmicas óptimas y marginales para el cultivo de *Agave tequilana* en el estado de Jalisco". *Agrociencia*, vol 36, año 2002 pp:41-53.
- 71 Cadena, G. "Minimizan la enfermedad del agave", periódico *Reforma*, sección 7 A. Marzo 19, 1999.
- 72 Valdéz, S. "Lanzan tequila de abolengo", periódico *Reforma*, sección 15 A. Abril 2, 1999.
- 73 Méndez, R. "Salud con caballito", periódico *Reforma*, sección 18 A. Octubre 8, 1998.
- 74 Hanell Campbell. Aspectos jurídicos de la Denominación de origen de tequila, Tesis Licenciatura, Facultad de Derecho, 1998, UNAM.
- 75 Bustamate Moreno. Estudio Agroecológico de los agaves de la zona de influencia Tequila Jalisco. Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala, 1983 UNAM.
- 76 Pinal, L. Cedeño, M; "Fermentation parameters influencing higher alcohol production in the tequila process". *Biotechnology Letters*, vol 19, No. 1, Jan

- 1997; pp 45-47.
- 77 Giudici, P; Romano, P; "A biometric study of higher alcohol production in *Saccharomyces cerevisiae*". Journal of Microbiology, vol 36, No 1, año 1990; pp 61-66.
- 78 Takeshige, K; Ouchi, K. "Factors affecting the ethanol productivity of yeast in molasses". Journal of fermentation and bioengineering; vol 79, No 5, 1995, pp 449-452.
- 79 Palmquist, E; Almeida, JS. "Influence on Anaerobic Glycolytic Kinetics of *Saccharomyces cerevisiae* in batch culture". Biotechnology and Bioengineering; vol 62, No 4, 1999; pp 447-454.
- 80 Van Hoek, P; Van Dijken, J,P. "Effect of specific growth rate on fermentative capacity of baker's yeast". Applied and Environmental Microbiology, vol 64, No 11, 1999; pp 4226-4233.
- 81 Cantagrel, R. "A scientific approach to quality control for Cornac spirits"; Journal Inst. Brewing, vol 92, 1995; pp:117-136.
- 82 Bautista, J. García, O. "Azúcares en agaves (*Agave tequilana Weber*) cultivados en el estado de Guanajuato". Acta Universitaria vol 11, No 1, Abril 2001; pp: 33-38.
- 83 Bautista, J. García, O. "El *Agave tequilana Weber* y la producción de tequila". Acta Universitaria vol 11, No 2, Agosto 2001; pp: 26-33.
- 84 Luna, H.G. Pudrición del tallo de *Agave tequilana Weber* en el Estado de Jalisco, México. Tesis Licenciatura, Univ. Autónoma de Chapingo, Edo de México. Pp: 85-93.
- 85 Y. Kim, M.N. Faqid. "Factors affecting gel formation of inulin". Carbohydrate polymers. Vol 64 No 2, Octubre 2001; pp: 135-145.
- 86 Rico, B, F; "Las bebidas alcoholicas (definición, clasificación y descripción)". Bebidas Mexicanas, vol 4 No. 1, feb-mar 1995; pp: 13.
- 87 E. Mendoza, M.L. García, C. "Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages". Meat Science, Vol 57, No 4, April 2001; pp: 387-393.
- 88 Park, S, Nobel; "Castañeda, M. Temperature influences on leaf CO<sub>2</sub> exchange, cell viability and cultivation range for *Agave tequilana*". Journal of Arid Enviroments, vol 39, No 1, May 1998; pp: 1-9.
- 89 Park S. Nobel. "Responses of some North American CAM plants to freezing

- temperatures and doubled CO<sub>2</sub> concentrations: implications of global climate change for extending cultivation". *Journal of Arid Enviroments*, vol. 34, No 2, October 1, 1996; pp: 65-73.
- 90 Ward Owen, P. *Fermentation Biotechnology*. Edit Prentice Hall, año 1989, pp: 68-71
- 91 Kazuro Fukuda. "Mutants producing high concentrations of the flavor components active amylalcohol and normal propanol in *Saccharomyces cerevisiae*". *Journal of Fermentation and Bioengineering*, vol. 75, No 4, 1993; pp: 288-292.
- 92 Anuga, A. "Tendencias Europeas en el mercado de las bebidas alcohólicas". *Bebidas Mexicanas*, vol 2, No 6. Dic 1993; pp: 6-14.
- 93 Barrios, B, V. *A guide to tequila, mezcal and pulque*. Edit: Min Mexicana, S.A. de C.V; México D.F. 5ta Ed. Año 1988; pp: 23-28, 44-56, 82-86.
- 94 Muría, J, M. "El tequila, boceto histórico de una industria". *Cuadernos de difusión científica* 18, serie 1; año 1990; pp: 17-19.
- 95 Frazier. *Microbiología de Alimentos*; 3ª Edición; Editorial Acriba, 1992; pp: 181-188.
- 96 Strayer. *Bioquímica*; 3ª Edición; Editorial Reverté, Barcelona España, año 1993; pp: 427-449.
- 97 Fennema, O.R. *Química de los Alimentos*. Ed. Acribia, 3ª Ed, año 1993; México, pp: 81-153.
- 98 [www.chewmedia.com/frutooli.htm](http://www.chewmedia.com/frutooli.htm)
- 99 [www.greendealer-exotic-seeds.com](http://www.greendealer-exotic-seeds.com)
- 100 Rico Tavera G. "¿Otra copita?". *Revista Expansión*; septiembre 1, 1999; No 773; pp 13.
- 101 Rico Tavera G. "El tequila no es moda pasajera". *Revista Expansión*; septiembre 1. 1999; No 773, pp-33
- 102 Rico Tavera G. "Otra de tequila". *Revista Expansión*; septiembre 1, 1999; No 777, pp-37
- 103 Rojas C.T. "Tequila sobre rieles". *Revista Expansión*. septiembre 1, 1999;



No 777, pp-158-159

- 104 Pérez Alejo V. "El tequila, bebida tradicional". Revista *Época*, noviembre 16, 1998; pp 66-71.
- 105 Zapata González, Victoria. "Uso de la Denominación de Origen tequila". Universidad Iberoamericana. Tesis 1989, pp: 55-63.
- 106 Sandoval Godoy Luis. "Tequila Historia y Tradición". Universidad Iberoamericana. Tesis 1983, pp: 25-27.
- 107 García Vega Leonardo. "Oportunidades y Retos para incrementar las exportaciones de tequila, de México a la Unión Europea". Universidad Iberoamericana. Tesis 2001, pp: 47-52.