

**Universidad Autónoma Agraria
“Antonio Narro”**

División de Agronomía



“Importancia, principales plagas y producción dentro de la zona de denominación de origen del agave tequilana weber”

Por:

Ulises Sinuhe Vidrio Gordian

Monografía

**Presentado como requisito parcial para
Obtener el título de:**

Ingeniero en producción.

**Buenavista, saltillo, Coahuila, México.
Junio de 2006.**

**Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro**

División de Agronomía

**“Importancia, principales plagas y producción dentro de la
zona de denominación de origen del agave tequilana weber”.**

Por:

Ulises Sinuhé Vidrio Gordian

Monografía

Que se somete a consideración del h. jurado examinador como
requisito parcial para obtener el título de :

Ingeniero en producción.

Presidente

Asesor

M.C. Carlos I. Suárez Flores

Ing. José A. de la Cruz Bretón

Asesor

Asesor

M.C. Adolfo Ortegón Pérez

M.C. Leopoldo Arce Gonzáles

Coordinador de la división de agronomía

M.C. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2006.

INDICE

	Pág.
Agradecimientos	
Dedicatorias	
Índice de cuadros	
Índice de figuras	
Introducción	1
Historia y origen genético	2
Origen	2
Historia	3
Países productores en el mundo	4
Aprovechamientos del agave	5
Agaves: alimento bebida y fibra	5
Alimento	5
Bebida	5
Fibra	6
Otros aprovechamientos	6
Horticultura ornamental	6
Estados productores en México	
Inventario general del agave	9
Regiones óptimas para el cultivo de agave tequilana Weber var. Azul	12
Taxonomía	14
Botánica	15
Metabolismo del agave azul	16
Morfología y anatomía	16
Mejoramiento genético en agaves	17
Investigación acerca del agave	18
Clima	21
Temperatura	21
Fotoperiodo	22
Pluviosidad	22
La altitud	22

Suelo	23
Fisiología del agave	24
Raíces toma de agua	24
Almacenamiento de agua	24
Difusión de luz	25
Relaciones térmicas	26
Temperaturas bajas	26
Temperaturas altas	27
Toma de CO ₂	27
Requerimientos fisiológicos	29
Salinidad	29
Nutrimentos	29
Nivel medio de nutrimentos en el clorénquima	30
Variedades de agave	31
Diversidad biológica de las especies de agave en Jalisco	31
Agave cantala Roxb. (Siguin)	31
Agave cupreata Trel. (Moraleño)	32
Agave longisepala Tod. (Mezcal grande o raicilla)	32
Agave palmaris Trel. (Mezcal mano larga o chino bermejo)	32
Agave pismulae Trel. (Mezcal pata de mula)	32
Agave pseudotequilana Trel. (Mezcal blanco)	33
Agave subtilis Trel. (Maguey chato o sahuayo)	33
Agave tequilana Weber (mezcal azul)	33
Clasificación y distribución	35
Propagación	36
Labores culturales	36
Preparación del terreno	36
Tratamientos preliminares a la plantación	37
Plantación	37
Fertilización	38
Barbeos o podas	40
Limpias	41
Aradas	41
Guadarraya	41

Desquiate	41
Plagas y enfermedades	42
Pudrición de tallo	47
Pudrición de cogollo	48
Anillo rojo	49
Amarillamiento o tizón foliar	49
Patógeno	49
Porcentaje de predios con enfermedad dentro de la DOT	50
Mancha marginal y punta seca (<i>Fusarium sp</i>)	50
Pudrición blanda del pie (<i>Aspergillus sp</i>)	50
Insectos plaga	51
Picudo del agave <i>Scyphophorus acupunctatus</i> Gyll.	51
Gusano blanco <i>Acentrocneme hesperiaris</i> Wlk.	52
Cerambicido del agave <i>Acanthoderes funerarius</i> Bates	53
Escarabajos	53
Grana o cochinilla (<i>Dactylopius coccus</i>)	53
Escamas	54
Cortador del cogollo	54
Piojo harinoso <i>Pseudococcus sp</i>	54
Escama armada <i>Acutaspis agavis</i>	55
Chiche del agave <i>Caulotops agavis</i>	55
Insectos benéficos	55
Trips gigante	56
Malezas	56
Madurez y cosecha	58
Cosecha o jima	59
Contratos de refaccionamiento	61
Empresas extranjeras que llegaron a Jalisco a producir tequila	62
Elaboración del tequila	64
Cocción	64
Molienda	65
Fermentación	66
Destilación	67
Maduración	68

Control de calidad	69
Tipos de tequilas	69
Tequila mixto	69
Tequila 100% de agave	69
Estados de madurez	69
Blanco (silver)	70
Joven u oro (gold)	70
Reposado (aged)	70
Añejo (extra-aged)	70
Organizaciones acerca del tequila	70
Consejo regulador del tequila	70
Academia mexicana del tequila	71
Inicios de la exportación del tequila	71
Exportación del tequila se mantiene en forma sostenida	73
Exportaciones a Estados Unidos	73
Exportaciones a Japón	74
Conclusiones	75
Bibliografía	77
Anexo	90

Dedicatorias

A mis padres: Petra Gordian Casillas y Rafael Vidrio Castillo por su valioso apoyo y comprensión y por sus consejos sin ellos no habría sido posible esto a ellos con todo mi amor y cariño.

A mis hermanos: Luz María, Lourdes, Patricia, Hilitana, Eduardo, Rafael, Netza por su apoyo y amistad y los momentos que hemos pasado juntos.

A mis sobrinos: Fabian, Ahui, Iris, Fabio, Dani, Pepe, Sarita, Valeria, Betsi, Fernando, Isis, Uri, Brandon, Giovanni, Lupita, Carlos y Karla que me hacen pasar ratos agradables y divertidos.

A mis cuñados: Rocio, Jose Luis, Raúl, Daniel, Carlos

Agradecimientos

A mi alma terra que en ella adquirir algunos conocimientos muy valiosos y que me dio la oportunidad de hacer una carrera y me permitió ser parte de esta gran institución.

Al M.C. Carlos Suárez por su disponibilidad y su tiempo y apoyo para realizar este trabajo así como al ing. José ángel de la Cruz Bretón y al M.C. Adolfo Ortegón Pérez y a M.C. Leopoldo Arce Gonzáles por formar parte de el jurado.

A todos los que laboran en la universidad que de uno u otro modo fueron parte de esto que fue mi formación y mi paso por la universidad.

A mis amigos y compañeros de la generaron xcvi que me hicieron pasar momentos agradables.

A los maestros que me dieron clases que de ellos tome un poquito de lo que ellos saben.

A mis amigos que no quiero mencionar nombres, pero que estuvieron presentes en los momentos malos y en los momentos buenos y me la pase muy bien a su lado.

Índice de figuras.

	Págs.
Territorio protegido por la denominación de origen	7
Distribución espacial de predios de agave en Jalisco	12
Anatomía del agave	17
Jimador	59
Cocción del agave	65
Molienda del agave	65
Fermentación	66
Destilación	67
Destilación	68
Maduración	68

Índice de cuadros

	Págs.
Superficie sembrada de agave	8
Superficie cosechada	8
Producción de agave	9
Rendimiento de agave	9
Cantidad de plantas por estado y año de plantado en la DOT	10
Asociaciones agaveras de Jalisco	10
Nivel medio de nutrimentos en el clorenquima	30
Especies de maleza asociadas al cultivo del agave	57
Consumo de agave para tequila y tequila 100%	60
Exportación de tequila por forma	72

INTRODUCCION.

Las plantaciones del "mezcal azul" Agave tequilana Weber crecen en aproximadamente 43 000 hectáreas de tierras sin riego, con 153.6 millones de plantas propiedad de 2500 agricultores en Jalisco. La industria del tequila emplea en la misma entidad a aproximadamente 23 202 personas y produce anualmente alrededor de 70 millones de litros que exporta en casi un 90% a granel a los Estados Unidos y el restante a más de 40 países. El sistema agrícola tradicional ha sido poco estudiado y en los últimos 10 años está cambiando hacia un patrón de monocultivo con uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas, cuyas consecuencias no han sido evaluadas. Para algunos agricultores las ventajas son la reducción de 1 a 2 años del ciclo del cultivo; pero la mayoría reconoce el aumento de los costos de producción y los ambientales. Los pequeños productores pierden en la comercialización del agave por una sobreoferta del cultivo y por su incipiente organización social. (Valenzuela, 1994).

Al tiempo que se registraban ritmos de crecimiento del mercado tequilero de entre 18 y 20 por ciento, heladas y letales microorganismos produjeron en 1997 una escasez del agave, que tarda en madurar entre siete y diez años (Rodríguez, 2000).

En México existen 72 empresas tequileras que comercializan unas 500 marcas, mientras otras cien son operadas por envasadoras en Francia, Bélgica, España, Holanda y Estados Unidos, según datos del Consejo Regulador del Tequila.

De acuerdo con el Dr. Santiago Arizaga (2005), investigador y especialista en magueyes del Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO) de la UNAM, los métodos biotecnológicos que se realizan en las plantaciones de las zonas catalogadas como denominaciones de origen, sólo se dedican a producir miles de plantas teniendo como base un sólo código genético, lo que produce plantaciones muy homogénea de magueyes que

realmente representan un mismo individuo genético pero reproducido cientos o miles de veces.

La Norma Oficial Mexicana Proy-NOM-006-SCFI-2004, que establece las características y especificaciones para la producción del tequila, define que el tequila debe ser producido a partir únicamente del uso de la variedad azul del Agave tequilana, lo que podemos traducir como aprobar de manera inconsciente su extinción dados los mecanismos de propagación utilizados que son por clonación sin favorecer su variabilidad genética, además de limitar el uso de las otras 10 o 15 variedades de Agave tequilana que desaparecerán al dejar de propagarse por utilizar solamente la variedad azul, advirtió el ecólogo.

Por muchas décadas el tequila fue considerado como popular pero a principios de los 90 logro consolidarse como una de las bebidas con mas demanda tanto a nivel nacional como internacional. Actualmente representa el 2% de las bebidas destiladas que se consumen en el mundo. En Estados Unidos su consumo representa el 4% aun cuando se le envía 80% de las exportaciones, contra el 24% del vodka. En la Unión Europea representa el 1% del consumo de bebidas (ITESM, 2000 citado por Landa 2004).

HISTORIA Y ORIGEN GENETICO.

Origen .

El agave tequilero Agave tequilana Weber al parecer tiene su centro de origen en México, debido a que en esta región se encuentra la mayor variabilidad y numero de especies (SEPSA, 1999). El genero Agave fue el principal elemento en la dieta de los primeros mexicanos, desde el año 7 000 a de c hasta el año 1 500 a de c además de alimento los agaves les proporcionaban fibras, bebida, abrigo y productos misceláneos naturales (ITESM, 2000).

Se tiene la certeza de que el centro de origen del agave es México. Hay 136 especies conocidas de agave pero solamente una reúne las características para la elaboración del tequila el agave tequilana Weber (Valenzuela, 2000).

En el Continente Americano se reportan aproximadamente 310 especies del género Agave, de las cuales, en México existen 272, distribuidas en diversas regiones con diferentes climas, por lo que se considera a este país, como centro de origen del género (Granados, 1993).

Historia

Los aztecas son los primeros que descubren los atributos exóticos y tabernarios del maguey, produciendo aguamiel y pulque, que se utilizaba para acompañar ceremonias religiosas.

Maguey es una palabra de origen antillano que denominaba al aloe o sávila. Los conquistadores la tomaron para nombrar de esta forma a todas las plantas parecidas que fueron encontrando a su paso.

Agave es el nombre científico que le dio al maguey el naturalista sueco Carlos de Linneo a mediados del siglo XVIII (del vocablo grecolatino agavus). En lengua náhuatl el maguey es llamado "metl" o "mexcalmetl". La palabra mezcal tiene su origen en vocablos de la lengua náhuatl. Algunos sostienen que deriva de "mexcalli" ("metl" o "meztl", maguey, y de "ixcalli", cocer) (acamex-tequila AMT., 2004).

Desde los tiempos prehispánicos y aún después de la conquista, el agave azul prestaba enormes servicios a los pobladores, ya que distintas partes de esta planta eran aprovechadas para construir techumbres y fabricar agujas, clavos, cuerdas y papel; sus pencas secas se usaban como combustible y de las cenizas se elaboraba jabón o detergente, y su savia se utilizaba para curar heridas. En aquel tiempo, las tribus civilizadas de la región de Chimalhuacan utilizaba el maguey de Tequila para preparar miel o bebida alcohólica. La planta del maguey era aprovechada en su totalidad, ya que de

las hojas se extraía una fibra que usaban sus tejidos y del tronco obtenían un alimento azucarado. En realidad el tequila tal como lo conocemos hoy, se debe al proceso de destilación que introdujeron los españoles. Anterior a este proceso, los indios tiquilas fermentaban el mexcalli al macerarlo con agua. Después de días de reposo se convertía en una bebida alcohólica utilizada para sus rituales (acamextequila AMT., 2004).

A la llegada de los españoles, el pulque era la única bebida alcohólica que se conocía. Una vez que se introdujo en México el proceso de destilación surgieron bebidas de alto grado alcohólico obtenidas del agave a las que originalmente llamaron "vino de agave " o "vino de mezcal", de donde surgió el tequila a finales de 1800 (acamextequila AMT., 2004).

A finales del siglo XIX el botánico alemán Franz Weber inició sus investigaciones sobre el agave azul en Tequila, Jalisco, y en 1903 registró esta variedad de mezcal como Agave Azul Tequilana Weber, la que actualmente es reconocida como materia prima indispensable del tequila (La jornada, 2000).

PAISES PRODUCTORES EN EL MUNDO

En la década de los sesenta y años siguientes, cuando el tequila era relativamente famoso en el mundo, en algunos países (Japón, España) se comenzaron a fabricar aguardientes a los que les llamaron *tequila*.

El cultivo del Agave tequilana L. Weber representa una importante fuente generadora de empleo, e ingresos para los productores de materia prima así como para los industriales del ramo del Tequila, generando divisas para el país, ya que México tiene los derechos de la denominación de origen (Luna 1998).

El tequila es reconocido y protegido por México como denominación de origen desde Noviembre de 1974 (Luna 1996).

APROVECHAMIENTOS DEL AGAVE

Agaves: alimento, bebida y fibra.

En todo el suroeste de estados unidos y el noroeste de México se cocinaban en hornos muchas especies de agave, tal y como ocurre con el agave común del desierto, agave deserti. Los indoamericanos compitieron con el borrego cimarrón y el venado por las inflorescencias jóvenes del agave deserti.

La savia exudada de las plantas castradas junto con las hojas rostizadas y picadas se fermentaban para elaborar una bebida alcohólica, y con las fibras de las hojas hacían cordeles (Nobel, 1998).

Alimento.

La clave para hacer apetecibles los agaves es su alto contenido de azúcar; y la clave para desdoblar los azucares, que se producen de manera natural en los tejidos almidonosos, es el calentamiento. Al cocerlos se transforman los polisacáridos (cadenas largas de azucares, como la glucosa, que componen al almidón) en azucares simples mas dulces y de fácil digestión (Nobel, 1998).

Bebida.

La clave para la producción de bebidas con agave es la acumulación de carbohidratos, como azucares y almidones. Los carbohidratos se acumulan en los tallos y en las bases de las hojas, los mas rendidores por lo general tienen los tallos robustos y las bases de las hojas mas gruesas. La bebida de agave mas antigua que aun se produce es el pulque, conocido por los aztecas desde principios del siglo XIII y por sus antecesores por mas de mil años (Nobel, 1998).

Fibra.

Desde hace tiempo se reconoce la fuerza que tiene la fibra del maguey, en la extensión de las hojas. Con certeza tales fibras se han usado en la fabricación de cordeles, tejidos, redes, canastos y otros objetos tejidos. El papel se elabora con las fibras procedentes de las hojas sin desplegar de ciertos agaves. Por algo desde principios del siglo XX los europeos invasores reconocieron la utilidad de los agaves.

Los europeos introdujeron la industria textil agavera en sus colonias, como Indonesia, Filipinas y el este africano (Nobel, 1998).

Otros aprovechamientos.

Muchas de estas especies de agaves como: *agave atrovirens*, *A. ghiesbreghtii*, *a. hookeri*, *A. tecta* y *A. weberi*; al igual que los mayegues comunes: *A. americana*, *A. mapisaga* y *A. salmiana*, se plantan formando cercas o setos para separar predios. En algunos lugares de México, se plantan agaves para proteger las propiedades de la invasión de intrusos, por la presencia de las espinas terminales y laterales. Recientemente, las hojas del henequén, *A. fourcroydes*, y del agave salmiana han servido como alimento del ganado lechero confinado y en el agostadero. En baja California, las inflorescencias también sirven para alimentar al ganado en el agostadero (Nobel, 1998).

Horticultura ornamental.

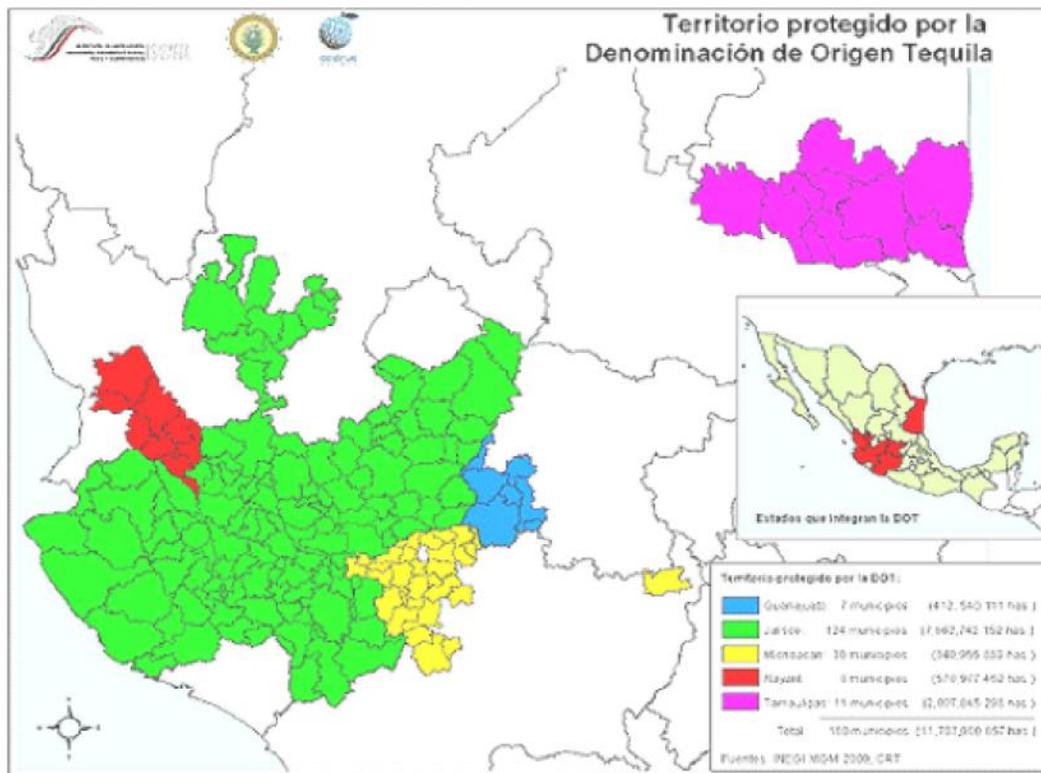
Los primeros visitantes españoles y portugueses al nuevo mundo quedaron cautivados por los agaves. La planta centenaria agave americana, pronto llegó a los azores, las canarias y al continente europeo. Desde entonces los agaves que tienen la forma pintoresca del agave americana, el cual tiene vetas longitudinales de color amarillo alternando con vetas verde oscuro a lo largo de sus hojas, se han convertido en plantas de ornato preferidas en los jardines botánicos tanto públicos como privados alrededor del mundo (Nobel, 1998).

ESTADOS PRODUCTORES EN MEXICO

Para ser llamado Tequila, la planta de agave debe cultivarse en un área especial de México, llamada la zona de apelación, que comprende partes de los Estados de Nayarit, Tamaulipas, Guanajuato y Michoacán, además de 124 municipalidades en el Estado de Jalisco.

Territorio protegido por la denominación de origen tequila.

- todos los municipios del Estado de Jalisco, es decir 124,
- 8 municipios de Nayarit,
- 7 municipios de Guanajuato,
- 30 municipios de Michoacán y
- 11 municipios de Tamaulipas (CRT, 2004).



Superficie sembrada de agave (Ha)

Estado	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ags.			188		365	478
Col.	8	43.50	11.50		1,645.21	
Dgo.	150				5	
Gto.	594.00	594	841.99	1,019.49	1	2,069.21
Gro.						5.00
Hgo.						1
Jal.	21,132	62,408	72,459	78,891.3	84,243.78	103,214.78
Méx.				10	11	81
Mich		47.05	134.30	301.09	2,001.75	4,328.75
Mor.				611	601.50	697.50
Nay.	974.00	1,055.25	3,800.25	7,487.25	8,243.25	8,530.75
Qro.				360	143	318
Sin.					6	490.50
Tamps		300				6,459.02
Tlax.						9
Zac.	551	551	2,019	2,406	2,847	3,214
total	23,409	64,998	79,454	91,086.1	100,113.5	129,896.51

Ags=Aguascalientes Col=Colima Dgo=Durango Gto=Guanajuato
 Gro=Guerrero Hgo=Hidalgo Jal=Jalisco Mex=México Mich=Michoacán
 Mor=Morelos Nay=Nayarit Qro=Querétaro Sin=Sinaloa
 Tamps=Tamaulipas Tlax.=Tlaxcala Zac=Zacatecas

http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdeanuadin.html

Superficie cosechada (Ha)

estado	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Colima		38	4			
Guanajuato		90	128			100
Jalisco	2,588	3,923	2,998	2,082	3,815	7,304
Morelos				13	13	270
Nayarit				5	5	145
Querétaro				160		134
Tamps		300				
Zac		0	202	50	110	70
total	2,588	4,351	3,332	2,310	3,943	8,023

Producción de agave (miles toneladas)

Estado	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Col.	0	1,519	320		0	0
Gto.	0	4,725	8,710	0	0	9,520
Jal.	349,425	455,132	311,891	217,671.95	428,094.41	807,475.58
Mor.				260	585	12,370
Nay.	0	0	0	500	500	14,500
Qro.	0	0	0	12,286	0	6,576
Tamps		770				
Zac.		0	30,300	4,500	6,600	3,700
total	349,425	462,146	351,221	235,217.95	435,779.41	854,141.58

Rendimiento de agave (ton/ha).

Estado	1999	2000	2001	2002	2003	2004
colima		39.974	80			
guanajuato		52.500	68.047			95.2
jalisco	135.017	116.016	104.033	104.549	112.213	110.553
morelos				20	45	45.815
nayarit				100	100	100
queretaro				76.788	0	49.075
tamaulipas	0	2.567	0		0	
zacatecas		0	150	90	60	52.857
total	135.017	106.216	105.408	101.826	110.520	106.462

Inventario general de agave

El inventario general de agave realizado por el Consejo Regulador del Tequila, A. C. durante 1997, se cuantificaron 203 millones de plantas en toda la Zona Protegida por la Denominación de Origen; así mismo se realizó el muestreo del comportamiento de las enfermedades en el agave como son: anillo rojo, pudrición del cogollo y pudrición del tallo, teniendo mas importancia en cuanto a su grado de incidencia y severidad la enfermedad denominada pudrición del tallo, en un 20% presente y distribuida en los diferentes municipios del estado de Jalisco. En el año 1999–2000 los resultados del inventario fueron 107 millones de plantas y 35 millones de nuevas plantaciones realizadas en el 2000, disminuyendo los inventarios casi al 50% debido a que

en 1997 se tuvo la presencia de bajas temperaturas y una nevada, (teniendo el reporte de este fenómeno en no menos de 100 años). En el año 1997 y 1998 se presentaron en toda la Denominación de Origen una serie de incendios naturales afectando un gran porcentaje de plantaciones; el incremento en el consumo de agave por la industria tequilera como se muestra en las estadísticas del 95 al 2000 y el incremento en la producción de tequila 100%, aunado a los problemas fitosanitarios que aquejaron a las plantaciones en los años del 95 al 1999 con gran incidencia y severidad; el bajo precio en que se ofertó el kilogramo de agave tequilero y la gran demanda de la bebida nacional por excelencia en todo el mundo, han ocasionado una gran demanda por el denominado “oro azul”: el *Agave tequilana Weber* var. Azul (CRT 2006).

Cantidad de plantas por estado y año de plantado en la DOT, Junio de 2005.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Guanajuato	61,842	239,311	418,911	2,004,791	1,165,854	185,659
Jalisco	18,966,559	45,439,074	58,668,221	66,844,688	46,924,504	13,534,201
Michoacán	37,521	145,986	577,510	2,322,866	2,379,627	686,270
Nayarit	2,724,037	6,373,458	6,405,692	5,547,232	3,643,080	465,224
Tamaulipas	-----	240,753	566,114	1,969,828	2,973,532	886,810
Total	21,789,959	52,438,582	66,636,448	78,689,405	57,086,597	15,758,164

ASOCIACIONES AGAVERAS DE JALISCO.

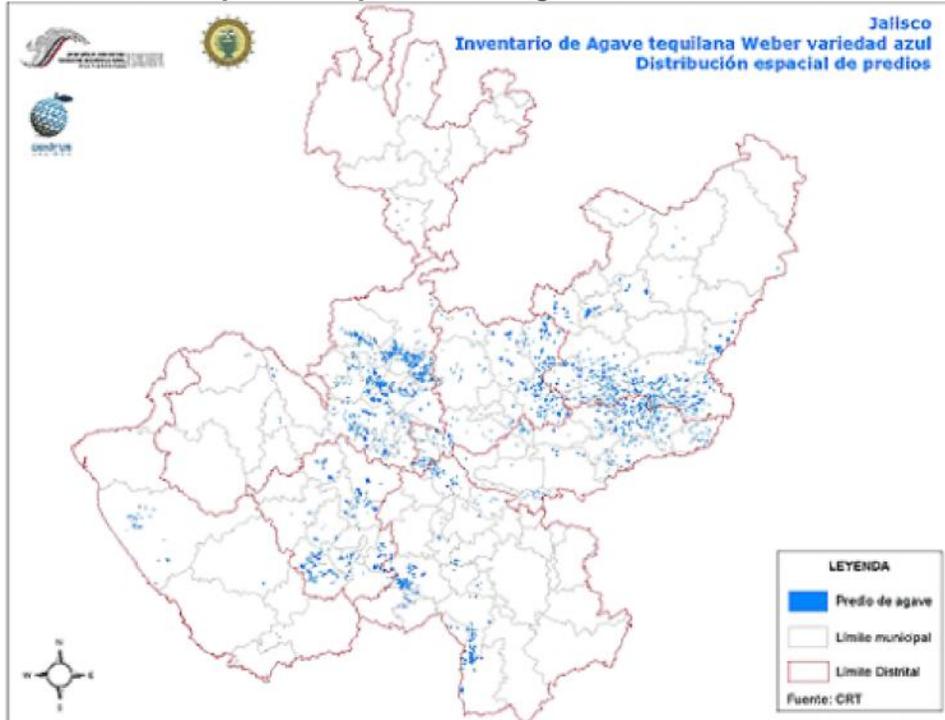
En el estado hay 27 asociaciones locales productoras de agave tequilero afiliadas a la Unión Agrícola Regional de Productores de Agave Tequilero y a la Confederación Nacional de Productores de Agave Tequilero. Estas asociaciones son:

NOMBRE DE LA ASOCIACIÓN	HECTÁREAS ESTABLECIDAS	MUNICIPIO
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE ZAPOTLANEJO	510	ZAPOTLANEJO
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE ACATIC	965	ACATIC
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE YAHUALICA	250	YAHUALICA
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL ANTONIO ESCOBEDO	1,380	ANTONIO ESCOBEDO

ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE TALA	1,450	TALA
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE EL ARENAL	2,380	ARENAL
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE TEUCHITLÁN	430	TEUCHITLAN
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE TOTOTLÁN	950	TOTOTLAN
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE AUTLÁN DE NAVARRO	840	AUTLAN
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL SUR DE JALISCO	560	TUXPAN
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE TOMATLÁN	920	TOMATLAN
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE OCONAHUA	550	ETZATLAN
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL MEZCALA	60	PONCITLAN
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE TECOLOTLÁN	55	TECOLOTLAN
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE ZACOALCO DE TORRES	100	ZACOALCO DE TORRES
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL BARRANCA DE SANTA CLARA	594	ZACOALCO DE TORRES
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL MAZATA	170	ETZATLAN
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE TONILA	225	TONILA
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL SAN CRISTOBAL DE LA BARRANCA	189	SN. CRISTOBAL D LA BARRANCA
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE COCULA	85	COCULA
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE CUQUÍO	215	CUQUIO
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE VILLA PURIFICACIÓN	111	VILLA PURIFICACION
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE TEPATITLÁN	230	TEPATITLAN
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL MARGARITAS	287	ATOTONILCO EL ALTO
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL BUENAVISTA	231	SAN MARTIN HIDALGO
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE IXTLAHUACÁN DEL RÍO	186	IXTLAHUACAN DEL RIO
ASOCIACIÓN AGRÍCOLA LOCAL DE AHUALULCO DE MERCADO	248	AHUALULCO DE MERCADO

<http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/jalisco/agricultura/asocagaveras.htm>

Distribución espacial de predios de agave.



<http://oeidrus.jalisco.gob.mx/>

REGIONES ÓPTIMAS PARA EL CULTIVO DEL AGAVE TEQUILANA WEBER VAR. AZUL.

La región de Los Altos se encuentra a una altitud que varía de 1900 a 2350 m; la temperatura promedio anual nocturna oscila entre 9 y 17 °C y la diurna entre 21 y 27 °C, y la precipitación pluvial varía de 705 a 870 mm. (INEGI; Medina, citado por Ruiz, Pimienta, Zañudo 2002).

En la región Centro de Jalisco se encuentra el municipio de Amatitán, el único importante en la producción de agave azul, el cual está conectado con la región de Tequila formando prácticamente una sola zona. El clima en estas regiones es similar y más cálido que en la región de Los Altos; presenta una mayor variación de altitud (470 a 2830 m) la cual se refleja en mayores variaciones térmicas, ya que la temperatura promedio anual nocturna va de 11 a 22 °C, con una media de 17 °C, y una diurna de 22 a 32 °C con un promedio de 27 °C. La precipitación acumulada anual varía de 830 a 1050 mm (INEGI, Medina, citado por Ruiz, Pimienta, Zañudo 2002).

La primera se localiza en Amatitán (AMAJ) a 20o 42' 30" N, 103o 37'40" O y 1310 m, con clima subtropical cálido (Medina *et al.*, 1998), y la segunda en Arandas (ARAJ) a 20o 36' 30" N, 102o 00'45" O y 2000 m, con clima subtropical templado (Medina, citado por Ruiz, Pimienta, Zañudo 2002).

En la región noreste, las áreas óptimas se localizan en los municipios de Acatic, Arandas, Atotonilco, Ayotlán, Degollado, Jesús María, Tepatitlán, Unión de San Antonio, Villa Obregón, Yahualica, coincidiendo con los reportados por Flores *et al.* (1998), a excepción de los municipios de Yahualica, Villa Obregón y Unión de San Antonio, mencionados por estos autores como subóptimos.

En la región norte las áreas óptimas se distribuyen en los municipios de Bolaños, Colotlán, Chimaltitán, Huejúcar, Huejuquilla, Mezquitic, San Martín de Bolaños, Santa María de Los Angeles, Totatiche y Villa Guerrero, lo cual coincide con lo señalado por Ruiz *et al.* (1998a).

Para la región central, las áreas óptimas se concentran en los municipios de Cuquío, Ixtlahuacán del Río, Magdalena, Tala, Tlajomulco, Zapopan, Zapotlán y Zapotlanejo, lo cual coincide con lo observado por Ruiz *et al.* (1997; 1998b), pero difieren en cuanto a la superficie correspondiente a las áreas óptimas.

Otras áreas óptimas importantes en el estado de Jalisco se distribuyen como un cinturón de este a oeste, con mayor superficie en los municipios de Mascota y Quitupan, incluyendo Amacueca, Atemajac de Brizuela, Atengo, Atenguillo, Atoyac, Chiquilistlán, Concepción de Buenos Aires, Cuautla, Jocotepec, La Manzanilla, Mazamitla, Mixtlán, Sayula, Tapalpa, Techaluta, Tecolotlán, Teocuitatlán, Tizapán el Alto, Valle de Juárez, Venustiano Carranza y Zacoalco.

De acuerdo con la imagen digital de los tipos climáticos de la República Mexicana (Medina, citado por Ruiz, Pimienta, Zañudo 2002), y sin considerar la humedad del suelo, las áreas óptimas para *A. tequilana* en Jalisco están

distribuidas básicamente en dos tipos climáticos: subtrópico templado y subtrópico semicálido.

Dentro de estos dos tipos climáticos, y en concordancia con el modelo de elevación digital de INEGI (citado por Ruiz, Pimienta, Zañudo 2002), todas las áreas óptimas para agave están distribuidas a alturas entre 1100 y 2800 m, y 85% se ubica entre 1600 y 2200 m.

La temperatura nocturna es la variable climática más importante para determinar las áreas en que esta especie puede lograr una mayor ganancia de carbono mediante la fotosíntesis (Ruiz, Pimienta y Zañudo-H, 2002)

Las áreas con una alta probabilidad de riesgo de heladas se localizan en áreas del norte, noreste y sur de Jalisco, donde se han registrado daños por heladas que oscilan de 10 a 12% de la superficie cultivada (CRT, 2000 citado por Ruiz, Pimienta, Zañudo 2002).

TAXONOMIA

Reino.....plantae
División.....angiospermae
Clase.....monocotiledoneae
Orden.....liliales
Familia.....agavaceae
Subfamilia.....agavoideae
Genero.....agave
Subgénero.....euagave
Sección.....rigidae
Especie.....Tequilana Weber
(Granados, 1993).

Uno de los principales problemas en cuanto a la taxonomía del género agave es situarlo en la familia a la que pertenece ya que aun cuando se clasifica dentro de *Agavaceae* existen referencias bibliográficas que lo incluyen en otras familias (Vázquez, citado por Granados 1993).

Hutchinson citado por Granados (1993) incluyó bajo la familia *Agavaceae* el género *Agave* los géneros que pertenecían a las *Liliaceae* y las *Amarilidaceae*. Este autor argumenta que el carácter infero o supero del ovario se le ha dado demasiada importancia en la taxonomía de las monocotiledóneas y propone otros caracteres como el tipo de inflorescencia y hábito que son mucho más importantes que la posición del ovario en la distinción de las familias propuestas por Engler-Prant (1930) y Bentham-Hooker (1883) estos caracteres nos dan una mejor agrupación de géneros aislados o cercanos de las diferentes familias.

BOTANICA

Es una planta surculosa que se extiende radialmente, de 1.2 a 1.8 metros de altura. Su tallo es grueso, corto de 30 a 50 cm de altura al madurar. Las hojas de 90 a 120 cm son lanceoladas, acuminadas y de fibras firmes, casi siempre rígidamente estiradas, cóncavas de ascendentes a horizontales. Lo más ancho de las hojas se encuentra hacia la mitad y son angostas y gruesas hacia la base, generalmente de color azulado a verde grisáceo. El margen de las hojas es recto a ondulado o repando; los dientes generalmente de tamaño regular y espaciados irregularmente, en su mayoría de 3 a 6 mm de largo a la mitad de la hoja. Los dientes son de color café claro a oscuro, de 1 a 2 cm de separación. La espina por lo general es corta de 1 a 2 cm de largo, rara vez larga achatada, su base es ancha, café oscura. La inflorescencia es una panícula de 5 a 6 metros de altura y densamente ramosa a lo largo, con 20 a 25 umbelas largas difusas de flores verdes y estambres rosados. Las flores son de 68 a 75 mm de largo con bracteolas sobre los pedicelos de 3 a 8 mm de longitud. El ovario es de 32 a 38 mm de largo, cilíndrico con cuello corto, inconstricto, casi terminado en punta sobre la base. El tubo floral es de 10 mm

de ancho, funeliforme y surcado. Los pétalos son desiguales de 25 a 28 mm de longitud por 4 mm de ancho, lineares, erectos pero rápidamente flojos en la anthesis, cambiando entonces a cafosos y secos. Los filamentos miden de 45 a 50 mm de largo doblados hacia dentro junto al pistilo, insertos de 7 a 5 mm cerca de la base del tubo; las anteras son de 25 mm de largo. El fruto es una capsula ovada a brevemente cuspidada (Gentry citado por Valenzuela, 1993).

Metabolismo del agave azul

La mayoría de las plantas fijan el bióxido de carbono durante la fotosíntesis en presencia de la luz solar. Bajo estas condiciones los estomas se encuentran abiertos y presentan grandes perdidas de humedad. Algunas plantas que evolucionaron en condiciones de poca humedad modificaron su metabolismo con la finalidad de ahorrar agua. Asi los estomas solo se abrirán con la oscuridad para tomar el bióxido de carbono y se cerraran durante el día.

Este tipo de metabolismo se encontró por primera vez en plantas de la familia Crasulácea y se llamo metabolismo acido crasuláceo y a las plantas que lo presentan se les denomina CAM (Valenzuela 2003).

MORFOLOGA Y ANATOMIA

Los agaves tienen hojas gruesas y puntiagudas que se despliegan del cogollo, el cual tiene las hojas adheridas.

Visto por la parte superior, el ángulo de una nueva hoja recién desplegada de un agave es casi de 137° con respecto a la hoja anterior, ya sea en el sentido o en contra de las manecillas del reloj, alrededor del cogollo (Nobel, 1998).

Las raíces han recibido mucho menos atención que los tallos, primero debido a que la observación directa de la raíz por lo general no es posible. Las raíces de los agaves son necesarias para la toma de agua y nutrimentos, y están relativamente superficiales. Estas plantas crecen en suelos arenosos lo que facilita la excavación de la raíz. Por consiguiente se conoce mejor la

distribución de las raíces de los agaves y los cactus que la mayoría de otras especies perennes. Las raíces principales de los agaves tienden a ser delgadas y a originarse en la base del tallo; no se ramifican como ocurre en la mayoría de las monocotiledóneas; las finas raíces laterales se originan en las raíces principales y por lo general se desprenden durante la sequía.



MEJORAMIENTO GENÉTICO EN AGAVES

En el agave tequilero, el mejoramiento genético convencional es de difícil aplicación, ya que la especie es semélpara, posee un ciclo de vida largo (entre 6 y 12 años), un tiempo corto de floración y presenta una gran dificultad para el hombre en la manipulación de las polinizaciones por la forma de la planta y de su inflorescencia. Además, es conveniente mencionar que algunas plantas no producen inflorescencia al alcanzar la madurez (novillos) (Rodríguez, 2004).

El CIATEJ cuenta con grandes cantidades de embriones producto de mutagénesis los cuales resistieron la presión de toxinas de algunos patógenos además desarrollo investigaciones y técnicas dirigidas a la propagación in Vitro para obtener gran cantidad de plantas de agave resistentes a patógenos (Aguirre 2000 citado por Landa, 2004)

La micropropagación, una técnica utilizada en árboles frutales y plantas ornamentales, es de aplicación reciente en el Agave Tequilana Weber var. azul

por la cual se obtienen grandes cantidades de plantas libres de infección de microorganismos patógenos.

Estudios a cargo de Mercedes Monroy (2000), investigadora del Instituto Politécnico Nacional, lograron desarrollar mediante un proceso biotecnológico una planta de ATWA resistente a la bacteria *Erwinia carotovora*.

Después de 23 años de investigación la Universidad Autónoma de Chapingo logró producir plantas por medio de técnicas biotecnológicas de clonación en plantas madre de Amatitán Jalisco. Obtuvieron una producción del 500% por hectárea al pasar de 75 a 375 ton/ha con un peso promedio por piña de 150 kg y un contenido de azúcares de 50% (Salinas, 2000).

Investigación acerca del agave.

A pesar del valor económico, genético y ornamental que tiene la planta, no ha sido sujeta a investigación citogenética detallada, con lo cual no puede conducir a un mejor entendimiento de su reproducción para su futuro mejoramiento genético (Ruvalcaba, Rodríguez, 2002).

El análisis del polen de las células madre en anafase I (A-I) mostró 82.56% de células con un anafase normal y, 17.44% con una anafase irregular. La conducta de células en A-I tuvo muchos granos de polen no viables y huecos (42%) y 58% de polen viable (Ruvalcaba, Rodríguez, 2002).

Una enfermedad bacteriana afectó al cultivo de agave tequilana en años recientes. Reportes anteriores basados en morfología celular en la pudrición de la papa indicaron que *Erwinia* sp. es el principal patógeno. En este reporte fue el primero que asocia a *E. cacticida* con agave tequilana en síntomas de pudrición blanda. En este reporte 3 diferentes especies fueron identificadas : *Erwinia cacticida*, *Pantoea agglomerans* y *Pseudomonas* sp. (Jiménez, Virgen, Martínez, Vandemark, Olalde, 2004).

Generalmente plantas adultas (ambas sanas e infectadas) mostraron un alto índice estomatal que las plantas jóvenes, y plantas infectadas tuvieron un alto índice estomatal en la superficie inferior de la hoja que en la superficie superior (Hernández, López, Ruiz, Ramírez,, Benavides, 2003).

Emisión de fluorescencia en vivo espectro fue registrada en el rango de 660- 740 nm. Fluorescencia máxima fue de 690 y 740 nm. Las plantas inoculadas mostraron un cambio significativo en fluorescencia comparadas con las plantas no inoculadas (Cervantes, López, Rodríguez, 2004).

Variedades de *A. tequilana* limeño, azul listado, azul moraleño, xiguin y pata de mula donde encontraron diploida ($2n=2x=60$) (Palomino, Méndez, Rubluo, 2003).

En Amatitan los valores mas bajos de toma de CO_2 ($141\text{mmol}/\text{m}^2/\text{dia}$) ocurrió al final de la época de lluvias en verano y los valores mas altos durante el invierno (578 y $921\text{ mmol}/\text{m}^2/\text{día}$); en Arandas, los valores mas bajos ($188\text{ mmol}/\text{m}^2/\text{día}$) ocurrieron en la mitad del verano y los valores altos al final del verano ($763\text{ mmol}/\text{m}^2/\text{día}$) y al final del invierno ($572\text{ mmol}/\text{m}^2/\text{día}$). Altas temperaturas en el verano redujeron la toma diaria de CO_2 en ambas localidades pero al final del verano, las temperaturas nocturnas en Arandas fueron moderadas. La suculenta de las hojas permitió una toma sustancial diaria de CO_2 cuando el contenido de agua en el suelo era relativamente bajo durante el invierno y la primavera (enero-marzo) (Pimienta, Robles, Nobel, 2001).

Estudios citológicos de cromosomas somáticos donde reportaron en *A. tequilana* ($2n=90$), *A. americana* var. *Marginata* ($2n=120$), *A. sisalana* ($2n=150$) y *A. decipiens*. Los datos obtenidos confirmaron una base numérica de 30 (Suchita, 1989).

Contenido de ADN nuclear estructura cromática y composición de ADN fueron investigados en 4 especies de agave: 2 diploides (*A. tequilana* y *A. angustifolia* var. *Garganta*) y 2 pentaploides (*A. fourcroydes* y *A. sisalana*). Fue

determinado que el tamaño del genoma de las especies pentaploides es cerca de 2.5 veces que las especies diploides. Especies pentaploides mostraron altas frecuencias de cromatina condensada (Heterocromatina) que las diploides (Cavallini, 1996).

Se micropropagaron plantas de *A. tequilana* a partir de partes de hojas por separado y se encontró que la velocidad de pérdida de agua fue similar a las plantas cultivadas en campo. Esto fue consistente con el factor que los estomas de plantas micropropagadas muestran similar morfología a aquellas plantas que crecen en campo. Además los estomas de plantas micropropagadas respondieron a varios factores en manera similar a las cultivadas en campo (Santamaría, Herrera, Robert, 1995).

Nuevas determinantes citotaxonómicas son preparadas para los taxa de agave: (1) sección *Rigidae*: *A. fourcroydes* ($5x=150$) primer cariotipo; *A. angustifolia*, nuevo conteo ($6x=180$), primer cariotipo; (2) sección *sisalanae*: *A. sisalana* ($5x=50$), primer cariotipo, y (3) híbrido interseccional: agave híbrido 11/delgado/643 nuevo conteo ($2x=60$), primer cariotipo (Castorena, Escobedo, Quiroz, 1989).

Tres grupos de plantas fueron estudiadas: (a) plantas enfermas obtenidas directamente de los cultivos; (b) plantas sanas obtenidas por embriogénesis somática y (c) plantas sanas expuestas por separado, a un mutágeno conocido: etil metanosulfonato y a un herbicida: glyphosato, el cual, se aplica extensamente en los cultivos de agave. Todos los grupos de plantas, incluyendo las enfermas, presentaron una diferencia respecto a la longitud de la cola, estadísticamente significativa ($p < 0.001$) cuando se compararon con las plantas sanas (Moya, 2001).

CLIMA

La información respecto a sus preferencias climatológicas, indican que el *Agave Tequilana* es una especie óptima para cultivo en climas subtropicales (Ruiz, Pimienta, Zañudo, 2002).

Temperatura.

Las plantas MAC abren sus estomas en la noche cuando la temperatura del tejido es considerablemente baja y la concentración de vapor va del tejido al aire . En una estrategia generalizada para hacer mas eficiente el uso del agua masa de CO₂ fijada/masa de agua transpirada) se ha reportado que de 10 a 15°C es la temperatura óptima para la fijación nocturna de CO₂. con temperaturas dentro del rango de 4°C a 36°C (Nobel, 1998). Temperatura constante de clima semiseco que oscile entre los 20°C.

Se ha observado que el cultivo es precoz en su floración en climas calidos (6-7 años) pero su rendimiento es litado. Mientras que los climas templados favorecen la concentración de azucares el cultivo se alarga para florecer (8-9 años) (Valenzuela, 1994).

También se ha encontrado que el *A. tequilana*, es una planta sensitiva al daño por temperaturas bajas (heladas). Por lo que éste elemento debe ser considerado al establecer plantaciones comerciales en localidades frías, ya que se ha encontrado que las temperaturas inferiores a -4°C, que son comunes en la región de Los Altos, provocan daños severos a las plantas en desarrollo (Pimienta-barrios, 2002).

De acuerdo a estudios realizados en Jalisco, las temperaturas optimas para el crecimiento del agave azul son 30 grados durante la el día y 15 grados durante la noche. Es susceptible a las heladas cuando la temperatura baja menos de 3 grados (Valenzuela, 2000).

Fotoperiodo.

Importante la exposición del sol ya que se considera favorable que existan nublados entre 65 y días (Aserca, 2000).

La temperatura del aire, la intensidad de luz, y la humedad relativa en el aire son factores que influyen en la fotosíntesis (García, 2004).

Pluviosidad.

Cerca de un metro anual (Acerca, 2000). Síntomas de sequía se han observado en plantaciones con precipitación pluvial anual total menor a los 600 mm en suelos poco profundos y deferentes en materia orgánica; mientras que los mejores rendimientos en peso de cabeza se reportan en lugares con mas de 600 mm de precipitación anual total (Valenzuela, 1994).

Los cultivos de agave se encuentran bajo condiciones de 600 a 800 mm de lluvia total anual con una probabilidad de ocurrencia de 70% (Valenzuela, 1993).

La altitud

Preferentemente a 1500 metros sobre el nivel del mar (Aserca, 2000). (Pimienta-barrios y col. 2002) Los autores sugieren que las plantaciones de agave deberían establecerse entre 1600 y 2200 m, ya en este intervalo la temperatura nocturna es adecuada para el agave.

No hay una mejor altitud simplemente hay diferentes características y ventajas según la altitud una desventaja de las zonas altas podrían ser las heladas mientras que en las zonas bajas o en cañadas pueden presentarse altos porcentajes de humedad relativa (Valenzuela, 2000).

Suelo.

Las condiciones de la tierra, favorablemente suelo volcánico, arcilloso, permeable y abundante en elementos derivados del basalto y riqueza en fierro (Acerca, 2000).

El agave tequilero nunca debe plantarse en suelos arenosos, arcillosos(barrosos), grises, negros, salinos, muy delgados con mantos freáticos poco profundos; con tepetates superficiales: es importante tambien evitar laderas pedregosas muy pronunciadas, a menos que el agave y otros cultivos se utilicen como sistema de recuperación del suelo plantados en curvas a nivel (Valenzuela, 1994; Granados, 1993).

Los agaves cosechados en suelos arenosos presentan bajos contenidos de azucares lo cual demerita su calidad. Las condiciones de una textura media franca son entonces las optimas para un balance hídrico adecuado a la planta reteniendo la humedad de las lluvias sin encharcarse (Valenzuela, 1994).

Los suelos rojos, cafés o pardos, con textura media, es decir, que tienen una mezcla de partículas de suelo que le permiten una buena aereación y drenaje, serán los adecuados para el agave (Valenzuela, 1993).

El pH óptimo del suelo para este cultivo se ha encontrado incrementos de (20-30%) en la producción con valores de 6.8 a 7.1 en comparación con suelos mas ácidos (Osawa, 1979, citado por aguilera y duran 1995).

Los suelos que se abonan con estiércoles, en los que se entierran las hierbas o maleza, y los que se le da un cuidado especial, pueden tener un porcentaje de materia orgánica que ayuda a la fertilidad del suelo. El programa de aplicación de abonos orgánicos al suelo dependerá de un análisis de suelo. Estos suelos son propensos a tener una alta incidencia de plagas de la raíz (larva) por lo que tienen que prevenir cualquier brote de estas (Valenzuela, 1993).

Las plantaciones de agave tequilana Weber variedad azul que se encontraron en la zona protegida por la denominación de origen del tequila predominan en los suelos con texturas franco arcillo arenosos, con un contenido de materia orgánica que va de 2 a 3 % y tienen un pH promedio de 4.5 a 5.5 (Vicente, 2002).

FISIOLOGIA DEL AGAVE.

Raíces toma de agua

Las raíces de los agaves tienden a estar a poca profundidad en suelos porosos y arenosos. Las lluvias ligeras que caracterizan a las regiones áridas y semiáridas, por lo general no humedecen el suelo a gran profundidad. Así las raíces someras están idealmente situadas para responder rápido a las lluvias ligeras. Lo anterior, junto con las propiedades de conservación del agua por parte de los tallos de agaves ayudan a mantener un contenido alto de agua en los tallos. Sin embargo, las raíces enfrentan una disyuntiva cuando el suelo se seca. Las raíces pueden convertirse en los conductos por los cuales se da una pérdida masiva de agua de los tallos.

Almacenamiento de agua

Las hojas de los agaves por lo general tienen grandes cantidades de parénquima con capacidad para almacenar agua. Durante la sequía, el agua puede pasar del tejido parenquimatoso que almacena agua al clorénquima, donde se lleva a cabo la fotosíntesis y otros procesos cruciales. El clorénquima de ciertos agaves es relativamente grueso y provee capacidad adicional para almacenar agua.

Difusión de luz.

La forma de los agaves es ideal para la difusión relativamente uniforme de luz sobre todas sus hojas. En general cuanto mas uniforme sea la difusión de luz sobre las hojas, tanto mayor será la fotosíntesis en la planta entera. Una hoja de agave se desarrolla a partir de un cono central de hojas envueltas a 137° en dirección o en contra de las manecillas del reloj en relación con la hoja anterior. Este patrón de exposición conduce a una roseta foliar apuntando en diferentes direcciones en intervalos regulares. Las hojas desplegadas mas jóvenes están casi verticales y las mas viejas están casi horizontales; en consecuencias las hojas mas jóvenes pueden absorber la luz del sol casi todo el día y la vez dejan al sol penetrar y llegar a las hojas mas viejas, las inferiores (Nobel, 1998).

En el agave las hojas desplegadas en e intervalos regulares de 137° minimizan la sombra 3entre si y ayudan a asegurar una difusión de luz relativamente uniforme sobre las hojas así el flujo de fotones fotosintéticos (PPF) no es tan alto en algunas hojas, ni tan bajo en otras. Mas bien, los fotones llegan a una tasa que casi todos se pueden utilizar eficazmente en la fotosíntesis, aumentando al máximo la fotosíntesis y el crecimiento de la planta entera (Nobel, 1998).

En un estudio que se realizo para medir la influencia que tenia la poda en la productividad del agave, resulto diferente la actividad fotosintética de los 3 estratos de hojas, siendo mas eficientes aquellas que se encuentran en un ángulo medio en el follaje (E2), las cuales reciben mayor cantidad de radiación fotosintética PAR. Las hojas viejas fueron las menos eficientes en la mayoría de los casos (Valenzuela, 1987).

La anatomía de agave tequilana se vio favorecida por la colonización, ya que el tejido fotosintético amento en los tratamientos con micorrizas que en el testigo, este aumento lo hace la planta para tener mayor superficie de

receptividad y asimilar más CO₂. Estos resultados son comparables con previos estudios (Zañudo, 2001).

Relaciones térmicas.

La temperatura afecta a casi todos los procesos vegetales, por tanto a los factores que afectan a la temperatura de los tejidos son importantes en la fisiología de los agaves. La temperatura en cierta parte de un tallo en particular depende de la morfología de esa parte y de las condiciones ambientales locales tales como el nivel de radiación incidente. La temperatura vegetal también se ve afectada por la tasa de transpiración. La pérdida de agua involucra la evaporación del agua, la cual es un proceso de enfriamiento, así la transpiración baja la temperatura de los tejidos.

Sin embargo, la influencia ambiental principal sobre la temperatura vegetal es la temperatura del aire circundante. En la medida en que la velocidad del viento aumenta, los órganos vegetales tienden a mantener la temperatura del aire en especial las hojas delgadas y los tallos pequeños. Las temperaturas extremas afectan profundamente la subsistencia y la distribución vegetal, así es que consideraremos también la tolerancia de los agaves tanto a temperaturas bajas como de altas (Nobel, 1998).

Temperaturas bajas.

Algunos agaves pueden tolerar temperaturas del aire muy por debajo del punto de congelación. Los tres agaves con mayor tolerancia a las temperaturas bajas son: el *Agave deserti*, el *A. parryi* y el *A. utahensis* todos ellos pueden tolerar temperaturas de -20 °C. Aunque el proceso y mecanismo de congelamiento en plantas son áreas de investigación activa con muchas preguntas aun sin contestar, se sabe que el agua juega un papel importante en el comportamiento de congelación de los agaves.

Las áreas con una alta probabilidad de riesgo de heladas se localizan en áreas del norte, noreste y sur de Jalisco, donde se han registrado daños por heladas que oscilan de 10 a 12% de la superficie cultivada (CRT, 2000).

La temperatura nocturna es la variable climática más importante para determinar las áreas en que esta especie puede lograr una mayor ganancia de carbono mediante la fotosíntesis (Ruiz, Pimienta y Zañudo-H, 2002)

También se ha encontrado que *A. tequilana* es una planta sensible al daño por temperaturas bajas (-7 oC) (Nobel *et al.*, 1998)

Temperaturas altas.

La mayoría de los agaves crece en regiones áridas y semiáridas que tienen temperaturas de verano extremadamente altas, pero tales temperaturas no son letales para las plantas adultas. De todas las especies vegetales los agaves adultos son las plantas más tolerantes a las altas temperaturas. Los tejidos de las plántulas de los agaves son más vulnerables a las temperaturas arriba de 50°C que los tejidos de las plantas adultas. Las plántulas jóvenes pequeñas también pueden estar más expuestas más directamente a temperaturas elevadas cerca de la superficie del suelo.

En plantas MAC, las temperaturas cálidas reducen la actividad fotosintética e incrementan la respiración (Pimienta-Barrios *et al.*, 2000).

Toma de CO₂.

La apertura de los estomas de las agaves ocurre principalmente durante la noche con la subsiguiente toma de CO₂, lo que conduce a una acidificación gradual del tallo, la senda CAM. El intercambio de gases se da cuando la temperatura está más baja que la temperatura diurna, lo cual reduce la pérdida de agua de los tallos de las plantas CAM. En consecuencia los agaves

acumulan CO₂ durante la noche para su uso diurno en la fotosíntesis y de manera simultánea conservar el agua almacenada en los tallos (Nobel, 1998).

Las ganancias de carbono durante el periodo seco en plantas MAC como los agaves, nopales y pitayos, se atribuye a la succulencia de sus órganos fotosintéticos, que les permiten mantener turgente el tejido durante periodos de baja disponibilidad de agua (Gibson y Nobel, 1986; Nobel, 1994; Pimienta-Barrios *et al.*, 2000).

De igual forma, la succulencia de las hojas de *A. tequilana* permitió obtener ganancias de carbono durante los meses secos, lo que fue favorecido por temperaturas frescas durante día/noche. Esta respuesta fue más evidente en la localidad Amatitan Jal., donde hubo ganancia neta de carbono en *A. tequilana* en enero y marzo con una humedad del suelo inferior a 10%. De esta manera, *A. tequilana* puede capturar y retener energía para mantener sus funciones fisiológicas básicas durante la primavera, la estación más seca del año (Pimienta-Barrios *et al.*, 2001).

En plantas con metabolismo ácido de las crasuláceas (MAC) a las que pertenece el agave, son generalmente plantas succulentas, poseen características xeromórficas (hojas reducidas, cutícula gruesa, estomas hundidos, etc.) y viven en climas áridos. Este tipo de metabolismo les permite efectuar la fotosíntesis aun cuando sus estomas están firmemente cerrados durante el día por el calor y la sequedad usando CO₂ que absorbieron durante la noche mas fresca y húmeda (Bidwell, 1987).

La mayor asimilación de CO₂ en las plantas de agave estuvo relacionada con una alta humedad relativa y con las temperaturas moderadas. *A. Tequilana* tuvo mejor respuesta en la asimilación de CO₂ y en el crecimiento en las condiciones ambientales del invernadero (García, 2004).

REQUERIMIENTOS FISIOLÓGICOS

Salinidad.

La mayoría de los magueyes no tolera niveles moderados de salinidad. El crecimiento de sus raíces se inhibe de manera drástica a concentraciones de sodio de un quinto de la encontrada en el agua de mar (el agua de mar contiene de 12g de sodio por litro).en realidad los niveles de sodio en los tallos de agave son mucho menores que en los cultivos hojosos.

La baja tolerancia de los agaves al sodio tiene muchas consecuencias.

La exposición durante dos semanas de plántulas de agave deserti a la mitad de concentración de cloruro de sodio del agua del mar reduce su crecimiento en mas o menos la mitad.

Nutrimientos.

Los requisitos y el contenido de nutrimentos en agaves son básicamente semejantes a los de otras plantas. Con frecuencia el nitrógeno es el elemento del suelo mas limitativo para el crecimiento, tanto en áreas agrícolas como en ambientes naturales. La fertilización con productos inorgánicos que contienen nitrato o como estiércol, caso siempre aumenta el crecimiento de agaves.

Las variables producción de brotes, tamaño de brotes, calidad de los brotes (organogenesis) y producción de callo, incrementan su valor dependiendo de la cantidad y fuente de nitrógeno que se les suministre, pero este elemento no interactúa con el calcio para modificar los valores de esas variables (Torres, 2005).

nivel medio de nutrimentos en el clorénquima

Elementos	agave	cactos	cultivos foliosos
Macronutrimentos			
Nitrógeno %	1.2	1.5	3
Fósforo (ppm)	2100	1700	3000
Potasio (%)	1.8	1.6	2.0
Calcio (%)	3.7	4.4	2.0
Magnesio (%)	0.7	1.1	0.7
Micronutrimentos (ppm)			
Manganeso	30	140	70
Cobre	4	7	8
Cinc	26	28	40
Hierro	77	130	150
Boro	24	39	30
Sodio	43	150	1000

(Nobel, 1998).

Los otros dos nutrimentos comunes en los fertilizantes son el fósforo y el potasio. La aplicación de estos dos elementos puede aumentar el crecimiento de los agaves pero los resultados dependen del nivel de estos en el suelo. Las respuestas a los nutrimentos son complicadas y variadas en extremo. Existen varias interacciones entre los elementos en el suelo y durante la toma de los mismos por las raíces. Por ejemplo el potasio interactúa con el sodio, el calcio con el magnesio y el cobre con el zinc. Además, las cantidades de la mayoría de los elementos varían de manera considerable en el suelo según las diferentes localidades, como es el caso del boro que las plantas requieren en bajas cantidades.

Potasio.

El papel del potasio es, probablemente, mas de orden fisicoquímico que fisiológico: ion móvil, actúa directamente sobre la formación de compuestos ternarios (glúcidos: azúcar, almidón, celulosa, membranas celulósicas) e indirectamente sobre la formación de fermentos, asimilación, espiración y movimiento del agua en la planta (Baeyens, 1970).

VARIEDADES DE AGAVE.

Diversidad biológica de las especies de agave en Jalisco

Halffter (1957) menciona que en Jalisco son explotadas, para la obtención de aguardiente, las siguientes especies de agave: mezcal grande o raicilla *Agave longisepala* Tod, mezcal mano larga o chino bermejo *Agave palmaris* Trel., mezcal pata de mula o pie de mula *Agave pesmulae* Trel., mezcal blanco o mezcal cucharo *Agave pseudotequilana* Trel., maguey chato o Sahuayo *Agave subtilis* Trel., y mezcal azul *Agave tequilana* Weber. Además de estas especies, Villalvazo (1986) reporta a *Agave cantala* Roxb., conocida como “sigüin”, y al *Agave cupreata* Trel., que recibe el nombre vernáculo de “moraleño”. Las características morfológicas, de las diferentes especies de agave en Jalisco, de acuerdo con Granados (1993), son las siguientes:

Agave cantala Roxb. (sigüin).

Es una de las especies más precoces, tiene una pigmentación verde con menor número de pencas que las otras especies; sus espinas son de color café claro y sus hojas son muy angostas; la piña es esférica con alto contenido de azúcar con respecto a otras especies, aunque su rendimiento y calidad de fibra sean bajas, puede madurar poco después de 5 años y no tiene un área

geográfica bien definida, ya que se encuentra muy dispersa en el Estado de Jalisco (CRT, 2004).

Agave cupreata Trel. (moraleño).

Tiene una coloración verde agua en sus hojas, que aunque lanceoladas, tienen más bien forma de espada; sus espinas son de color café oscuro, la longitud de las hojas es más corta que las otras especies presentes en la región; su piña tiene la forma de un tronco, la cual llega a pesar hasta 70 kg y su maduración es más corta que en otras especies (CRT, 2004).

Agave longisepala Tod. (mezcal grande o raicilla).

Las hojas son largas, gruesas y de color grisáceo; éstas miden 2.0 m de largo por 15 a 20 cm de ancho; la espina terminal es de color café oscuro a casi negra (2.5 cm por 1.0 cm), cónica o puntiaguda y la base es aplanada; los dientes marginales de 10.0 cm de largo, están a una distancia de 3.0 a 5.0 cm uno de otro, con las puntas encorvadas hacia arriba y las flores miden aproximadamente 7.0 cm de largo.

Su piña es esférica y alcanza a pesar entre 30 y 40 kg (CRT, 2004).

Agave palmaris Trel. (mezcal mano larga o chino bermejo).

Se caracteriza por tener una pigmentación azul opaco con manchas microscópicas plateadas; es una planta muy voluminosa, ya que se han obtenido cabezas de más de 200 kg; sus espinas laterales y su mucrón son café oscuro semejante al mezcal azul; madura aproximadamente a los 7 años (CRT, 2004).

Agave pismulae Trel. (mezcal pata de mula).

Las hojas son verde claro, miden 1.5 m de largo por 6.0 a 8.0 cm de ancho; la espina terminal es roja oscura, de 15 mm de largo por 3 mm de

ancho; los dientes son triangulares, delgados, ganchudos hacia arriba, de 1.0 cm de altura y están separados por 3.0 cm (CRT, 2004).

Agave pseudotequilana Trel. (mezcal blanco).

Se caracteriza por tener hojas verde claro, gruesas y cóncavas, de 75 cm a 2.0 m de largo por 15 cm de ancho; la espina es de color rojo oscuro, cónica de 2.0 cm de largo por 7.0 mm de ancho; los dientes marginales son triangulares con bases anchas, de 5.0 a 10.0 mm de largo, separados por 1.5 a 3.5 mm (CRT, 2004).

Agave subtilis Trel. (maguey chato o sahuayo).

Sus hojas son verde claro, de 1.5 m de largo por 15 cm de ancho y tienen una pigmentación verde plateado; la espina es grisásea y puntiaguda, mide 25 mm de largo por 5 mm de ancho, está aplanada a la mitad; los dientes son de color claro, encorvados de 4.0 a 5.0 mm de largo, separados por 2.0 a 5.0 cm. Sus piñas son de forma esférica, alcanzan a pesar hasta 150 kg. Su penca es ancha y es más larga que el mezcal azul; sin embargo, su ciclo es más largo que este último (CRT, 2004).

Agave tequilana Weber (mezcal azul).

Presenta hojas lanceoladas color azul-verdoso o verde claro, delgadas y casi planas, de 1.25 m de largo por 8.0 a 10 cm de ancho; la espina terminal es de color rojo oscuro, de 2.0 cm; los dientes son rojizos, triangulares, de 3.0 a 4.0 mm y separados a una distancia de 1.0 a 1.5 cm y el margen que los une es ligeramente de color blanco. Lo característico de esta especie es una pigmentación de color azul, lo cual lo hace diferenciarse de las demás especies presentes en la región; las piñas o cabezas llegan a pesar hasta 120 kg; su cabeza es esférica y madura entre los 6 y 7 años en las condiciones climáticas del valle de Tequila y de 7 a 9 en el de Atotonilco, Jalisco (CRT, 2004).

De estas especies, *A. tequilana* es la que se cultiva en mayor escala en la región de Jalisco, debido a ciertas características importantes como es la de tener mayor resistencia y adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de la región; además de ser el agave que produce una mayor cantidad de azúcares reductores, que son de importancia en la elaboración del tequila; el tiempo a la cosecha es menor (6-8 años), en comparación con las demás y es la especie aceptada en la Norma Oficial Mexicana para la elaboración de tequila (Luna, 1998; Granados, 1993).

Nobel et al. (1998) indican que *A. tequilana* es un cultivo importante en México, pero que es cultivado solamente en regiones muy restringidas en la parte centro oriente de Jalisco cerca de Arandas, en la parte central de Jalisco cerca de Tequila y sólo en algunas otras localidades de este estado. Sin embargo, si bien es cierto que la producción de Tequila se ha basado casi por completo en la explotación de *Agave tequilana* Weber var. Azul, también es cierto que ésta ha sido sujeta a un intenso proceso de clonación, lo que ha conducido al estrechamiento de la base genética de la especie, lo que ha provocado que presente una alta susceptibilidad a organismos patógenos (Rubluo et al., 2003).

Gil et al. (2001) señalan que debido al interés que existe de desarrollar genotipos de *A. tequilana* que generen mayores rendimientos o que maduren más pronto, realizaron un trabajo con el objeto de estimar la cantidad de variación genética presente dentro y entre campos de *A. tequilana* var. Azul, con marcadores AFLPs y RAPSs. Encontraron que la diversidad genética con ambos métodos fue mínima, por lo que estos autores afirman que en los campos tequileros existen prácticamente solo clones, con valores de similaridad mucho menores a 0.01. Estos resultados reflejan la carencia de variación genética en *A. tequilana* var. Azul; por lo que ellos sugieren que debe iniciarse inmediatamente un programa de mejoramiento genético.

Por su parte, Rodríguez et al., (2004), mencionan que una alternativa para hacer frente a los problemas de enfermedades en *A. tequilana* es el

mejoramiento genético, el cual permite generar individuos resistentes a los fitopatógenos; sin embargo, en el agave tequilero el mejoramiento genético convencional es de difícil aplicación, ya que la especie posee un ciclo biológico muy largo, fertilidad limitada y alta poliploidía; además de ser propagado de forma asexual por medio de hijuelos, en donde es muy probable no encontrar variantes dentro de una población. Por lo tanto, afirma el autor, que es necesario utilizar otros procedimientos tales como la producción de embriones somáticos, selección celular, aislamientos de protoplastos y cultivo de microsporas y polen; para lo cual, las experiencias obtenidas con *Agave victoria-reginae* serán fundamentales para iniciar trabajos de investigación, los cuales tengan como objetivo primario, lograr el mejoramiento genético del agave tequilero.

CLASIFICACION Y DISTRIBUCION

Los zacates, los lirios y las palmas son monocotiledóneas, producen un solo eje foliar inicial y tienen hojas paralelinervias, como ocurre en los agaves. Desde el punto de vista fisiológico, este grupo taxonómico, ha convergido en la mayoría de las soluciones a los problemas de desarrollo en las regiones de baja precipitación. Algunas veces estas regiones son referidas como áridas (Regiones con aproximadamente menos de 250mm de precipitación anual) y semiáridas (250 a 450mm de precipitación anual). Las regiones áridas y semiáridas comprenden alrededor del 25% de la superficie de América del norte y del sur, de donde son nativos los agaves (Nobel, 1998).

Las plantas con flores representan la cúspide de la evolución vegetal, y las angiospermas constituyen la vegetación dominante en la tierra. Se conocen alrededor de 420 familias de plantas con flores, de las cuales 70 son monocotiledóneas y 350 son dicotiledóneas. El genero agave, que significa noble (del griego agave), fue descrito por primera vez por el botánico sueco y padre de la taxonomía moderna, Carlos Linneo. En 1753 el nombro a la primera especie agave americana. Agave es el género más importante en la familia Agavaceae y tiene 136 especies.

Propagación.

La constante propagación asexual durante muchos años del agave tequilero, ha permitido un incremento en la clonación de los pocos genotipos seleccionados y encontrar pocas variantes dentro de las plantaciones, lo que ha facilitado la incidencia y proliferación de enfermedades (Arizaga, 2004).

LABORES CULTURALES

Preparación del terreno.

La preparación del terreno consiste en labores de desmonte o limpia, subsoleo, barbecho, rastreo, encalado, y acuartelado o marcado. Su realización depende de las condiciones del terreno, el grado de mecanización, la capacidad económica y el sistema de producción. Estas actividades se realizan solamente el primer año para el establecimiento de la plantación. El encargado de campo de la tequilera tres magueyes conocida como la de Don Julio, señala que estas actividades se deben realizar en la temporada de frío para que se puedan eliminar los huevecillos o insectos en estado larvario disminuyendo la incidencia de plagas y enfermedades.

La preparación del terreno incluye el trazo de surcos y melgas, lo que influye directamente en la cantidad de plantas por hectárea. La melga puede ser ancha, con distancia entre melgas de 3X3 metros y 1.30X1.30 metros entre planta y planta, o angosta, de 1.50 X 1.50 metros entre melgas y 0.80 X 0.80 entre surco y surco (Acerca, 2000).

Las tierras y su preparación influyen directamente en el desarrollo de las plantas. Se pudo observar que las plantaciones difieren en tamaño por las características de plantación, básicamente si es de melga angosta o ancha. En la segunda la plantación se observa totalmente azul y el agave de mayor porte (Acerca, 2000).

Tratamientos preliminares a la plantación.

Posteriormente al desahije a la plántula se le podan las hojas con el propósito de que la circulación de savia tenga una distancia de recorrido menor y el desarrollo del tallo sea mas rápido. Se empareja el tallo y después se dejan expuestas a la luz del sol de 20 a 25 días para que cicatricen las heridas hechas al emparejar el tallo y pierdan humedad excesiva evitando así ataques de hongos y permitiendo que se concentren los jugos que posteriormente les beneficien en la producción de azúcares (Acerca, 2000).

Plantación

Una vez separados los hijuelos de la madre, se procede a la plantación precisamente antes del tiempo de lluvia, la nueva planta debe quedar asentada y enterrada en un 75% de su volumen, apisonando la tierra para asegurar la planta.

El agave tequilana Weber Azul se planta, no se siembra, pues los productores no practican su reproducción sexual, es decir, por semilla, porque se presentan demasiadas fallas en la germinación es mayor la variabilidad y el ciclo de su cultivo se extiende.

El agave puede producir rizomas desde el tercer año de vida, sin embargo, es hasta el cuarto año cuando estos tienen la calidad suficiente para ser transplantados, lo que se mide por el peso, que debe ser de 2 a 2.5 kilogramos en promedio (Acerca, 2000). Se hace una selección de las plántulas evaluando las características fenotípicas las cuales son altura total tamaño del tallo y tamaño de hojas. No se toma la edad por lo tanto existe mucha vararon en el cultivo es muy heterogéneo (Granados, 1993). No se aconseja usar plantas de rizomas que ya están próximas a ser cosechadas, es decir de 6 años en adelante, pues al igual que los producidos en un inicio, tienen poca calidad para su reproducción, están mas expuestos a ser afectados por las plagas y enfermedades o por fenómenos climáticos, entre otros (Acerca, 2000).

Los primeros hijuelos se seleccionan cuando tienen el tamaño de una naranja o toronja. Son sacados utilizando una barreta metálica y se mantienen al sol por diez días aprox. para que cicatricen las heridas provocadas durante la extracción. Algunos productores los desinfectan para evitar la acción de patógenos.

Posteriormente se trasladan al sitio donde serán plantados y permanecerán hasta su madurez. Este tamaño es el que de acuerdo con la experiencia de los productores, le permite a la planta contar con el agua necesaria para sostenerse por si misma durante la temporada de siembra, y que de forma general permite alcanzar 95% de supervivencia en la plantación.

Aunque las plantas están expuestas a los efectos de las variaciones climáticas y la afección por agentes causales, la frecuencia nos indica que en una plantación es necesario realizar replante de 3 a 5%. Las plantas perdidas se deben reponer con elementos de la misma edad antes de que inicie el periodo de lluvias.

Fertilización

Es muy común oír, con respecto al agave, que como es una planta muy rustica y resistente debe sembrarse especialmente en los terrenos pobres. No hay nada mas erróneo que esto, pues si bien es cierto que dicha planta crece en esa clase de tierra, también es cierto que lo hace a costa de la calidad y del rendimiento del producto y del retardo de la madurez (Macedo, 1950).

La fertilidad del suelo se ve menguada por la pérdida de la materia orgánica por procesos de oxidación, por la alta tasa de extracción de nutrientes por las plantas cultivadas y por la lixiviación o lavado de bases por altas precipitaciones. Esta pérdida de fertilidad puede ser retenida por la adición de materia orgánica o bien por fertilizantes de síntesis química (Ruiz, 1996).

El agave se fertiliza en tres ocasiones cada año, dos de ellas con abono orgánico en la temporada de secas, y la tercera en la temporada de lluvias aplicando productos agroquímicos. Sin embargo muchos fertilizan sin conocimiento alguno, como si desearan acelerar la maduración de la planta (García, 1997 citado por Acerca, 2000).

En el caso de la aplicación de abono orgánico se mide por paladas, y puede ser un cuarto, media palada, una completa. Cuando esta seco se puede decir que pesa entre medio y un kilogramo por palada, siendo esta la cantidad que se aplica en forma homogénea a todas las plantas y de todas las edades.

En cuanto a la fertilización con productos químicos se realiza en forma manual, arrojando la dosis correspondiente a la base de la planta. La dosis varía en función de la clase de fertilizante que se aplique. Las dosis son variables, puede iniciarse con 80 gramos por planta y se va reduciendo de acuerdo con la edad siendo la cantidad mínima 20 gramos.

El potasio es un elemento importante, ya que es necesario a todas las plantas y, además, en grandes cantidades, por lo que los abonos potásicos constituyen una de las cuatro grandes categorías de abonos en general (Baeyens, 1970).

Una deficiencia de calcio puede causar síntomas posiblemente de virus moteado de hoja) as mismo la pudrición del tallo esta asociado con la mala nutrición en base a calco por otra parte la adecuada fertilización potasica construye una buena alternativa para lograr plantas mas sanas piñas o cabezas con mayor contenido de azucar y menor dureza de sus fibras (Chirinos, 2000).

Medina (1997) recomienda la aplicación de el fertilizante triple 17 en Agave salmiana, en una tesis que realizó, ya que encontró en las variables de largo, ancho y número de hojas significancia con un alto grado de confiabilidad.

Durante el desarrollo del agave se realizan diferentes labores culturales al cultivo que lo mantienen en condiciones que permitan una producción mayor y de mejor calidad (Granados, 1993).

Barbeos o podas:

El barbeo consiste en cortar desde su base las hojas inferiores que tienen mas edad, las hojas que están cercanas al eje de la planta se les cortan pedazos de mayor a menor tamaño hasta llegar a las hojas centrales que aun no se han separado del eje (a estos solamente se les corta al espina terminal) (Granados, 1993).

Esto se hace con dos propósitos:

a) promover el desarrollo rápida de la planta, pues antes de que se realice el barbeo las raíces elaboran determinada cantidad de savia de acuerdo al tamaño y numero de hojas, al eliminar algunas pencas y disminuir el área de otras, la savia tendrá menor superficie de circulación y nutrición, por lo cual, el agave se desarrollara mas vigoroso y tardara menos tiempo en crecer el eje floral, lo que indica que la planta ha llegado al estado de madurez industrial.

b) facilitar la realización de labores como la limpia aradas y control de plagas; de acuerdo al tamaño de la planta, edad de la mezcalera; y época en la que se presenta la principal plaga; se emplean diferentes tipos de barbeo.

Barbeo tipo farol. Se realiza en el mes de mayo cuando el agave ha crecido un poco, aproximadamente a los 2 o 3 años de edad. Se hace cortando la parte superior de las hojas (pencas), el corte es mayor en las externas y va disminuyendo al acercarse a las hojas internas. El objetivo de este barbeo es contribuir al desarrollo de la planta.

Barbeo tipo escobeta. Se lleva a cabo en octubre y noviembre, cuando la plaga se presenta en la parte superior de las hojas ya que posteriormente barrena a lo largo de ellas hasta llegar al tallo. El corte es aproximadamente a

la mitad de las pencas, de tamaño uniforme. De esta forma se intenta evitar el avance de la plaga.

Limpias.

Consisten en eliminación de las malezas con una coa después de las lluvias. La presencia de hierbas en el cultivo afecta a su desarrollo, ya que compiten con nutrientes, espacio y luz. Algunos insectos como las hormigas, mantienen limpia la planta (Granados, 1993).

Aradas.

Al realizarse el movimiento de la tierra mediante el paso del arado se permite la aeración del suelo, el oxígeno penetra por los intersticios y beneficia al crecimiento de las raíces. También evitan que en la época corran deslaves, pues el suelo ha sido removido (Granados, 1993)..

Guadarraya.

Es una brecha con cierta profundidad entre cada hilera del agave, se hace para que cuando se realice la quema de malezas se pueda controlar el fuego evitando que se quemen las mezcaleras (Granados, 1993).

Desquiote.

Consiste en cortar el escapo floral o quiote cuando alcanza una altura de 50 cm. Con esta práctica llamada también capazón, se provoca que los azúcares de la planta se concentren en la piña. La planta permanece en reposo antes de su jima. Si no se realiza el desquiote, la planta utiliza sus reservas en la floración del quiote y cuando este florea la planta muere (Acerca, 2000).

Cercana la madurez del cultivo por febrero y marzo, es la salida del quiote o flor del agave. La floración del agave depende de la región, a veces a los 6 años ya comienza a echar quiote (Valenzuela, 2000).

PLAGAS Y ENFERMEDADES.

Algunas de las plagas que afectan al maíz también pueden presentarse en el agave sobre todo las rizófagas y aquellas que atacan los tejidos tiernos como cortadores y pequeñas larvas (Valenzuela, 2003).

Solís-Aguilar y col. (2001) realizaron un estudio para evaluar el daño que produce el picudo en las piñas del agave en la época en que se envían a las fábricas y encontraron que puede causar hasta un 24.5% de daño. Considerando que el picudo es el vector de la bacteria *Erwinia carotovora*, la cual causa pudrición del cogollo, se estudió la relación entre plantas afectadas por la pudrición del cogollo y la infestación de éstas por los picudos, encontrando que en prácticamente en todas las plantas con síntomas de pudrición del cogollo hay adultos y ocasionalmente larvas de picudos.

Fucikovskiy-Zak citado por Rodríguez, (2004) reportó una enfermedad que denominó Tristeza y Muerte del Agave (TMA), la cual es muy compleja, ya que están involucrados hongos, bacterias e insectos, además de las condiciones ambientales y el manejo del cultivo. Sin embargo, en este estudio se reportó que el responsable principal es el hongo *Thielaviopsis paradoxa* (De Seyn) Hohn, el cual produce un enrollamiento de las hojas hacia adentro y detiene el crecimiento de las raíces, esto debido a que el hongo produce gases, específicamente etileno y acetato de etilo, los cuales inhiben el desarrollo de las raíces. Este hongo ataca también a los rizomas, exponiendo a los hijuelos e incluso puede contaminar el suelo por un largo período.

Virgen-Calleros y col. (2004) atribuyeron a *E. carotovora* la pudrición del cogollo y conforme a sus resultados es una de las principales enfermedades en el agave tequilero. Asimismo asociaron a la misma bacteria como causante de la enfermedad anillo rojo.

Actualmente existe un gran desabasto de Agave tequilana para las fábricas de tequila, debido a la enfermedad "tristeza y muerte del agave"; lo que ha motivado a los investigadores a buscar métodos de propagación diferentes a los que se usan en la actualidad. Uno de los métodos más prometedores es la propagación por semilla ya que la mayoría de las plántulas resultan sanas; sin embargo, existen dudas de que si estas plantas podrían acumular la misma cantidad de azúcar que las propagadas por hijuelo de rizoma o bulbillos apomícticos, que son los métodos tradicionales de propagación (Bautista Justo, Parra Negrete, Barboza y Gamiño S.,2003)

Respecto a las cepas bacterianas, se notó que siempre había bacterias en las bases de las hojas podridas y en el cogollo, lo mismo que en las galerías y tejidos cercanos a las larvas de los picudos. Estas bacterias tienen la capacidad de producir pudriciones de papa en dos días, y la mayoría son Gram positivas y su crecimiento en las rebanadas de papa es arrugado y elevado, asemejándose al crecimiento del género *Bacillus* sp. Todavía no se ha determinado su acción en los tejidos sanos de agave. Hasta el momento no se ha aislado ninguna bacteria de estos tejidos afectados que pudiera sospecharse fuera del grupo pectinolítico del género *Erwinia*. Con anterioridad se aislaron y comprobaron ser patógenos en agave siete cepas de *Pseudomonas fluorescentes* (Luna, 1996).

Otros insectos que señala como perjudiciales al cultivo son: chapulines de los géneros *Melanoplus*, *Taeniopoda* y *Schistocerca*; *Gryllus campestris*; larvas de la Familia *Syrphidae* (*Volucella* sp.) y larvas de la Familia *Stratiomyidae* (*Xylomia* sp.); la chinche *Velia agavis* (*Hydrometridae*); chicharritas, escamas armadas y escamas suaves.

Virgen y García citado por el CRT (2004) obtuvieron una reducción en la incidencia de *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*, en plantas de sandía, mediante el tratamiento de la semilla con *Bacillus subtilis* (1.6 x 10⁴ bacterias g⁻¹ de semilla).

Anteriormente se consideraba al picudo como plaga de poca importancia para el agave tequilero, sin embargo se reporta que es la plaga mas importante en la industria del tequila y del enequen en México y causa perdidas economicas y de tiempo, porque el agave requiere de 8 a 10 anos para su cosecha (Valenzuela, 1997).

El picudo *Scyphophorus acopunctatus* Gyllenhal puede causar hasta 24.5% de daño en las piñas de agave tequilana weber que llegan a las procesadoras de tequila(Solís, González, Leyva, Equihua, Flores y Martínez, 2000).

Al mismo tiempo, el hongo *Fusarium oxysporum* contamina el suelo donde se siembra la planta, se desplaza a la raíz y llega alcanzar la base del tallo, lo que obstruye los conductos de flujo de agua.

El picudo *Scyphophorus acopunctatus* tien un ciclo biologico de 105 dias en el tejido de agave tequilaza y 111 dias en el medio artificial con jugo de agave, en condiciones de laboratorio estrictamente controladas (Garcia, 2005).

Las bacterias *Erwinia* y *Pseudomonas paucimobilis* se presentan en las larvas del insecto, pero no son las causantes del daño al tejido de agave, las cuales podrian ser bacterias oportunistas, ya que carecen de la enzima inulinasa y la otra no fermenta glucosa y fructosa (Garcia, 2005).

La presencia del picudo del agave no tiene ninguna relación con la incidencia y severidad de la marchitez de la planta (Cabrera, 2005)

La existencia de plantas enfermas con pudricion en el cogollo en ausencia del picudo del agave advierte la posible intervención de otros factores adicionales de la planta por *Erwinia*. (Cabrera, 2005)

La presencia de gallina ciega favorece la presencia de *Fusarium* en las plantas de Agave. A medida que se incrementa el numero de gallina ciega, se incrementa el grado de severidad por *Fusarium* (Cabrera, 2005).

El producto que demostró la mejor efectividad para el control del hongo *fusarium sp* fue el Mavig 700 FW con una dosis de 3 lt/ha. Con 3 aplicaciones a un intervalo de tiempo de 10 días generando una eficacia del 80% comparado con el testigo absoluto. En esta aplicación no se observaron muestras de fototoxicidad (Nuño, 2005).

El producto que demostró la mejor efectividad para el control de la bacteria *erwinia sp*. Fue la mezcla con Kurafitos mas Vidafitos 1.5 + 1.5 lts/ha por 3 aplicaciones cada 15 días con un 84.61% de efectividad comparado con el testigo absoluto. En esta aplicación no se observaron muestras de fototoxicidad (Nuño, 2005).

En un experimento que se realizo en el sur de Jalisco todos los municipios tuvieron la presencia de *Erwinia carotovora* y *Fusarium oxysporum*.

La incidencia de *Erwinia carotovora* en promedio fue del 64% siendo cocula el mas alto con un 80% y Autlan de navarro el menos afectado por este patógeno, con un 54%. La incidencia de *fusarium oxysporum*, en promedio fue del 40% siendo el municipio de Cocula el mas afectado en un 60%, mientras que el municipio de San Gabriel fue el menos afectado por este patógeno con un 21% (Castro, 2003).

Los patógenos que causan la marchites por *fusarium oxysporum* y pudrición del cogollo causada por *Erwinia sp*. En agave tequilana Weber mostraron un daño mas severo en plantaciones de 4 años (Castro, 2003).

En un experimento que se realizo en la zona de denominación de origen se comprobó que, la mayor cantidad de plantas se encuentran entre las edades de 7 a 10 años o más años. En la región de los altos se encuentra una relación 2:1 de plantas de agave con respecto a la región del centro. Se comprueba que las enfermedades mas comunes que se encontraron en el agave fueron: anillo rojo (*Erwinia sp*), pudrición del tallo (*fusarium oxysporum*) y pudrición del cogollo (*Erwinia sp*) (Vicente, 2002).

La enfermedad que presentó mayor incidencia y patógenidad fue la de pudrición del tallo (*Fusarium oxysporum*) estas plantaciones se encuentran afectadas entre un 15 y 23% en las edades de 5 a 9 y mas años (Vicente, 2002).

Erwinia sp y *Fusarium oxysporum* fueron los patógenos comunes a todas las zonas productoras de agave en los altos y centro de Jalisco (Rodríguez, 2002).

El agave tequilero esta fuertemente atacada por dos enfermedades: la marchitez bacteriana causada por *Erwinia sp* y la marchitez por *Fusarium oxysporum* el municipio mas afectado por ambas enfermedades fue Tepatitlan con un 93.25% de *Erwinia sp* y un 63.08% de *Fusarium sp* (Ibarra, 2001).

Los vegetales que resultaron mejor para la inhibición de *Fusarium oxysporum* fueron: la acelga (*Beta vulgaris*), el laurel (*Laurus novilis*), el ajo (*Allium sativum*), paraíso (*Melia azederach*) utilizando agua como solvente, mientras que para el problema de la bacteriosis provocada por *Erwinia* no se logro un control con los extractos probados (Rodríguez, 2002).

En una serie de investigaciones y experimentos acerca de las principales plagas que afectan al agave que han venido desarrollando el Departamento de Desarrollo Rural Sustentable, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara y Consejo Regulador del Tequila, A.C. uno de estas investigaciones es donde establecieron un sistema de monitoreo de enfermedades por muestreo en agave Tequilana Weber variedad azul dentro de la denominación de origen del tequila en donde se encontró lo siguiente:

Severidad e incidencia de las cuatro principales enfermedades en el agave tequilero (*Agave tequilana* Weber variedad azul) dentro de la Denominación de Origen Tequila (DOT) (2004).

Pudrición de tallo

Los síntomas se manifiestan como una decoloración de las hojas que contrasta con el azul típico de las plantas sanas, marchitez y enrollamiento hacia el centro de las hojas (encarrujamiento o Acigarramiento). A medida que la enfermedad avanza, se intensifica el encarrujamiento de las hojas, el patógeno causa una destrucción de las raíces y provoca una lesión rojiza en la piña.

Tanto el daño a raíces como a la piña causa una apariencia polvosa de los tejidos, y esta avanza hacia la piña (muerte ascendente), provocando un desprendimiento fácil de la planta.

El Patógeno es el hongo *Fusarium oxysporum*. Este patógeno produce tres tipos de esporas asexuales; macroconidios, microconidios y clamidosporas. El hongo forma una masa algodonosa de micelio que puede ser de color blanco al inicio de su crecimiento y posteriormente adquiere ciertas tonalidades violáceas (CRT, 2001).

Control:

Las estrategias de manejo incluyen el uso de desinfección de hijuelos con una solución de TCMTB, Benomil, o tiabendazole. Estos fungicidas deben aplicarse como tratamiento a los mismos por inmersión al menos por 2 a 3 minutos. Así mismo el uso de cepas antagonistas y promotoras de crecimiento como *Bacillus subtilis* son esencialmente útiles para retrasar el proceso infectivo, entre las practicas de manejo de suelo es recomendable no fertilizar con fuentes que acidifiquen el suelo (ej. Sulfato de amonio).

Por otra parte el uso de fungicidas al suelo puede ser una practica útil si estos son aplicados al inicio del periodo de lluvias y repetidas las aplicaciones al menos en un promedio de 2 ocasiones en este periodo (agosto y octubre), esto puede prevenir las infecciones del año siguiente.

Pudrición de cogollo

Los síntomas son lesiones necróticas y acuosas en las hojas que en la mayoría de los casos inician en la espina apical o en las espinas laterales, estas lesiones avanzan hacia el centro de la hoja y en el centro del cogollo, causan una pudrición descendente que llega hasta la piña y puede provocar la muerte de la planta. En campo, se ha encontrado que la presencia de *Erwinia sp.* (Pudrición de cogollo) se asocia en la mayoría de las ocasiones con un inicio a nivel de la base de las espinas, ya sean laterales o apicales, predominando en estas últimas, sobre todo en las hojas centrales de la planta, de donde posteriormente avanza la enfermedad hacia la piña.

El patógeno podría ser la bacteria *Erwinia carotovora* misma que se ha diagnosticado en dicho síndrome (CRT, 2001).

Control:

Para el manejo de esta enfermedad se puede realizar una poda sanitaria dirigida, cortando 5 cm por debajo de la lesión seguida de una aplicación de algún bactericida, entre ellos Sulfato de cobre pentahidratado o antibióticos del tipo gentamicina o estreptomycin, por otro lado el antibiótico experimental "ac. Oxolinico" mostro resultados prometedores sobre el control de esta enfermedad, las aplicaciones deberan realizarse cercano a la época de lluvias (junio y julio) y después de las mismas (noviembre).

En ocasiones se barbea o poda el cogollo para facilitar la aplicación de insecticidas que eliminen a los vectores de la enfermedad y un fungicida preventivo. Cuando la infección no es atendida a tiempo y la poda se realiza sin cuidados suelen infectarse las plantas en general (Valenzuela, 2000)

Anillo rojo

Valenzuela (2003) considera a esta enfermedad como una deficiencia nutrimental que está ampliamente extendida en la región centro y en suelos conocidos como "barriales" en la región alteña. Los síntomas inician con la presencia de una constricción basal en el cogollo acompañada por exudaciones de un líquido blanco y gomoso; las hojas que se desprenden del cogollo quedan marcadas y adelgazadas en el área dañada. Los daños son graves cuando los tejidos constrictos están delgados cubiertos por costras suberosas de y color rojo.

Los síntomas depende de la edad del cultivo si la plantación es reciente causara replante o un debilitamiento crónico, general de las plantas afectadas. La enfermedad es muy agresiva en tejidos tiernos, si el desarrollo de las plantas continua con altibajos llega a los cuatro años con un desarrollo pobre, encostramiento general, deformaciones y su rendimiento es bajo, (Valenzuela, 2003).

Amarillamiento o Tizón foliar

Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de una mancha foliar, en la parte inferior de las pencas, esta mancha inicia generalmente en las pencas medias, desde donde avanza hasta llegar al cogollo de las planta: Una particularidad de esta enfermedad es que las manchas se decoloran a medida que avanza hacia las hojas del cogollo, mientras que en las hojas externas las manchas se vuelven blanquecinas al centro con bordes café-rojizos, en el centro de las lesiones se pueden observar pequeños puntitos de color grisáceo (reporte interno CRT, 2005).

Patógeno.

Estos síntomas son muy semejantes a aquellos causados por *Cercospora* en otros cultivos; tal como en zanahoria, la cual manifiesta lesiones elongadas con centros claros a blanquecinos en los foliolos, en condiciones de

humedad el envés de la hoja muestra una lesión gris debido a la producción de conidias *Cercospora* (anamorfo), presenta conidióforos oscuros, simples, agrupados y que surgen fuera de la hoja, conidias en los puntos de crecimiento de los conidioforos, conidias hialinas filiformes, de varias células (4 a 7) de cerca de 50 micras, parasítico sobre plantas superiores, comúnmente causan manchas de hojas (Reporte interno CRT, 2005).

Porcentaje de predios con enfermedad dentro de la DOT.

Según investigaciones hechas por el consejo regulador del tequila en coordinación con diferentes instituciones de nivel superior y de investigación, y con diferentes investigadores, encontraron que la enfermedad pudrición del tallo es la que se presentó con más grado con un 37.8% después le sigue la enfermedad anillo rojo con 17.7% mientras que la pudrición del cogollo se presentó en un 15.4% y la enfermedad amarillamiento con un 12.6%.

Mancha marginal y punta seca (*Fusarium sp*)

Las pudriciones que avanzan a partir del margen de las hojas en tonos violeta se denomina mancha marginal. Sus efectos son localizados y difícilmente dañan grandes áreas foliares (Valenzuela, 2000).

Pudrición blanda del pie (*Aspergillus sp*)

Se inicia en el tronco o pie de plantas adultas (mayores de 3 años) y sus primeros síntomas son la marchitez de las hojas más viejas (Valenzuela, 2000).

INSECTOS PLAGA

Picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyll.

El Adulto es un picudo de color negro que mide de 1.5 a 2.0 cm de longitud. Orden: Coleoptera de la Familia: Curculionidae. Pico bien desarrollado y encorvado. (Kissinger, 1964 citado por el CRT, 2004).

La larva es un gusano de color blanco cremoso que completamente desarrollado mide 2 cm de largo, con la cabeza está bien esclerosada.

La larva es ápoda y con el cuerpo curvo; tiene en la punta del abdomen dos prolongaciones pequeñas.

Aun no podemos considerar a este insecto como una plaga del agave pero si como un desintegrador de la cabeza después de una pudrición. Este insecto prefiere las cabezas adultas –con mas de cuatro años de cultivo- para colocar y alimentar a sus larvas. Esta plaga se encuentra seguramente en plantas con marchitez avanzada por pudriciones (Valenzuela, 2003).

Generalmente una pudrición lateral en la cabeza o en el cuello de las hojas permite la entrada al picudo. (Valenzuela, 2000).

Con los picudos adultos de Jalisco se hizo un ensayo para ver su atracción a 16 tejidos de las bases de las hojas de agave asperjadas con diferentes bacterias. De los 10 picudos usados, la mayoría de ellos se congregó en cuatro trozos con un tipo de bacteria únicamente, y allí hicieron excavaciones y ovipositaron. Esto sugiere que las bacterias pueden servir como atrayentes de los picudos (Luna, 1996).

Prevención: Mantener siempre libre de malezas la plantación y evitar pudriciones, así como eliminar plantaciones maduras abandonadas. Corregir el drenaje y las carencias nutrimentales del suelo (Valenzuela, 2003).

Gusano blanco *Acentrocneme (= Aegiale) hesperiaris* (Wlk.)

El Adulto es una mariposa que mide hasta 6 cm de longitud en extensión alar, siendo el macho más pequeño que la hembra. Orden: Lepidóptera, Familia: Megathymidae. El primer par de patas es más pequeño que los restantes.

La Larva es de color blanco sucio con una infinidad de pelillos cortos que cubren su cuerpo; completamente desarrolladas llegan a medir hasta 8 cm de longitud.

Esta plaga es una mariposa que ovoposita en el ápice de las hojas es una diminuta e imperceptible canaleta formada por la espina es de hábitos nocturnos y pocas veces se le observa en el día. Los primeros daños que causa el barrenador se observan en las hojas y consisten en pequeños rasguños que a veces exudan líquidos gomosos. Se trata de galerías temporales de las larvas que se entierran y alimentan mientras se urgen a la cabeza (Valenzuela, 2003).

Mantener siempre libre de malezas la plantación, revisar los primeros síntomas de invasión del barrenador en el otoño y cortar las pencas dañadas antes de que la larva entre a la cabeza (Valenzuela, 2003).

Selección de hijuelos no se deben tomar hijuelos procedentes de plantaciones atacadas para sembrar nuevos potreros (Halfter, 1957).

Se ha observado que en plantaciones llenas de malas hierbas y arbustos la infestación de *A. hesperiaris* es mayor que en plantaciones bien atendidas (Halfter, 1957).

Control biológico:

Halfter (1957) menciona a diversos parásitos de *A. hesperiaris*, entre ellos a el hongo *Entomophthora*, el díptero *Arthrochaeta* y las avispas, todos

estos parásitos mantienen a la plaga en su actual proporción por el enorme número de huevecillos y larvas de *A. hesperiaris* que matan.

Cerambícido del agave, *Acanthoderes funerarius* Bates

El adulto es un escarabajo de color oscuro, alargado con antenas largas y, que mide de 2.0 a 2.5 cm de longitud. Orden: Coleóptera Familia: Cerambycidae. En la parte anterior de los élitros presentan una banda grisácea transversal con un moteado de puntos negros.

Asimismo, desde la parte central de estos élitros, hacia la parte posterior de ellos, se puede observar un área grisácea en forma de diamante también con una serie de puntos negros sobre ella, las patas son largas

Larva

En general el cuerpo es relativamente recto, las patas están bastante reducidas, con la cabeza frecuentemente retraída dentro del protórax.

Escarabajos

Se ha observado recientemente en plantas de 0-1 años el ataque de escarabajos aun no identificados en el suelo cercano a la planta se encuentran pequeños orificios de 1 a 2 cms por los que el insecto entra y carcome de lado de la cabeza lastimando sus tejidos para enraizar posteriormente la planta muere (Valenzuela, 2000).

Grana o cochinilla (*Dactylopius coccus*)

Este insecto vive en la parte interna de las axilas de las hojas es decir dentro de la cabeza. Se agrupan en pequeñas colonias de motitas blancas y algodonosas. Podría confundirse con el algodoncillo pero la grana prefiere el área protegida dentro de la cabeza (Valenzuela, 2000).

Escamas

Es poco frecuente el daño por escamas pero cuando ocurre afectan el vigor de la planta pues cubren el área de las hojas

Prevención: no se conoce otro método preventivo mas que el aplicar aceites naturales por aspersión a las plantas (Valenzuela, 2000).

Cortador del cogollo

Este daño es parecido a un corte parejo de machete en la base del cogollo. No se ha observado si es una larva o un insecto adulto pero tiene hábitos nocturnos. Su aparato bucal debe ser muy fuerte por lo tanto será un adulto de coleoptero. Ataca principalmente plantas jóvenes con cogollos ternos (Valenzuela, 2000).

Piojo Harinoso *Pseudococcus* sp

La hembra adulta en el campo se reconoce por la secreción cerosa blanca que cubre la mayor parte de su cuerpo, que generalmente es rosado y por los filamentos cerosos blancos laterales, además del par caudal que es más largo que los demás. Orden: Homóptera, Familia: Pseudococcidae. Las antenas y patas están bien desarrolladas. Los segmentos del abdomen aparentemente nunca están fusionados.

Esta plaga es frecuente al final de la temporada de lluvias en plantaciones muy vigorosas. Se encuentra presente en la superficie del cogollo y en las hojas jóvenes su daño no es fuerte aunque podría ser un vector de enfermedades. Este insecto se une a la hoja por una sustancia gomosa amarillenta. El daño que causa son pequeños puntos pálidos.

Prevención: Mantener libre de malezas las plantaciones.
Control: Pueden aplicarse en aspersión insecticidas de contacto.

Escama armada *Acutaspis agavis* (Townsend y Cock.)

La cubierta protectora de la Hembra Adulta que cubre el cuerpo de la escama tiende a ser circular, de color café oscuro. Orden: Homóptera Familia: Diaspididae. Cuerpo membranoso, amarillento; no presenta antenas visibles; tampoco presenta patas.

Chinche del agave *Caulotops agavis* Reuter

El Adulto es una Chinche de cuerpo suave, oval alargado, de aproximadamente 4 mm en longitud. Orden: Hemiptera Familia: Miridae. Las alas anteriores de color café oscuro con el margen costal de color negro. La mayor parte de la cabeza, protórax y escutelo de color anaranjado. Ojos compuestos de color rojizo.

Antenas con los dos segmentos basales color negro, los dos segmentos restantes de color café oscuro.

INSECTOS BENÉFICOS

Además, debido a la relativa estabilidad del agroecosistema agave, también se observaron varios enemigos naturales atacando a insectos barrenadores como el picudo. En el caso de plantas afectadas por picudo del agave y en estado intermedio o avanzado de pudrición del cogollo, generalmente se encontró la presencia de un coleóptero aplanado dorso-ventralmente y de color negro brillante perteneciente a la familia Histeridae (probablemente del género *Hololepta*) depredando larvas del picudo y de otros barrenadores de la piña del agave.

Como parasitoide de larvas de picudo *S. acupunctatus* se encontró a una avispa *Alienoclypeus insolitus* Shenefelt (Hymenoptera: Braconidae) (López- Martínez et al., en preparación), la cual se presenta en piñas con altos niveles de infestación del picudo.

Trips gigante, prob. *Elaphrothrips* sp

Insecto de cuerpo alargado y bastante grande en tamaño para ser un trips. Orden: Thysanóptera Suborden: Tubulífera
De color negro con una tonalidad rojiza entre los segmentos abdominales. Las alas bastante desarrolladas, muy largas y angostas, rodeadas con largos pelillos (CRT 2004).

Malezas.

Otras plagas que causan daño son las malezas, pues compiten con los agaves por nutrientes, espacio y luz. Estas tienen un crecimiento rápido y vigoroso, ya que la absorción de nutrientes del suelo, particularmente de nitratos, la realizan en menos tiempo que los agaves, provocando con ello que estos se desarrollen deficientemente, aunado a ello, la presencia de malezas propicia la aparición de enfermedades fungosas (Granados, 1993).

Por otra parte, la competencia por luz es tal que la cantidad que la planta necesita no es suficiente, por ello, la producción de carbohidratos y el rendimiento son muy bajos. El control de malezas se realiza principalmente mediante limpiezas, oradas y guarras. Sin embargo en los cultivos que pertenecen a las industrias son usados herbicidas, aun cuando esto acarrea otros efectos secundarios que disminuyen la calidad de la piña; estos productos eliminan las malezas pero también queman las hojas del agave en las partes apicales produciendo manchas blancas (Granados, 1993).

En los costos de las labores con mano de obra, el que mas sobre sale es el relativo al control de malezas sobre todo los costos en que se incurre cuando no se controla con oportunidad la mala hierba. El control de maleza durante la parte inicial de enraizamiento del agave puede realizarse en forma mecánica o con herbicidas. Esta última es la más utilizada por su rentabilidad. La dificultad del control mecánico de la maleza a la abundante humedad en el suelo (Valenzuela, 1994).

Halfter (1957) menciona que los herbicidas selectivos como el MCP (acido 2 metil, 4 clorofenoxiacético), el cloro IPC (isopropil N, cloro 3 fenil, carbamato) y el 2, 4-D acido (2, 4, diclorofenoxiacetico) son recomendables para aplicarlos en las malezas que atacan al agave.

Por otro lado las heladas que ocurren en los meses mas fríos son consideradas como uno de los factores principales que afectan la producción, ya que no solamente causa daños a los individuos adultos sino también a las plántulas a las cuales les afecta en mayor grado. Desde otro punto de vista cuando las heladas se presentan en la temporada en que las larvas de los lepidópteros se encuentran en la parte apical de la hoja, al quemarse esta zona por el frío, son consideradas como medio de control de la plaga (Granados, 1993).

Especies de maleza asociadas al cultivo del agave.

Nombre	frecuencia aparic. %	nombre	frecuencia aparic. %
Gramineas		hoja ancha	
Rhynchelytrum sp.	72	Ipomoea purpurea	45
Digitaria sanguinalis	62	Bidens pilosa	36
Cynodon dactylon	45	Crotalaria sp.	36
Chloris virgata	42	Amaranthus hybridus	27
Cenchrus echinatus	36	Commelina diffusa	27
Cyperus esculentus	36	Euphorbia heterophyla	27

(Martínez, 1998).

Madurez y cosecha.

La planta no es utilizada son hasta alcanzar el mayor tamaño antes de la floración, algo mas de 3 metros en la variedad azul, lo que sucede a los 7 u 8 años de cultivo en algunos casos mas tarde (Halfter, 1957).

El tiempo que tarda el agave en llegar al estado de madurez es de acuerdo al clima (Granados, 1993).

En el valle de tequila donde el clima es calido-seco, el agave se considera que llega al estado de madurez a los 7 años. Es decir, a menor humedad aumenta la concentración de azucares. Debido a que la temperatura en este valle es mayor que en el de Atotonilco, y la precipitación también, la evaporación se realiza en menor tiempo. En el valle de Atotonilco el tiempo de maduración es de 9 años, pues aunque la precipitación no es elevada, la temperatura tampoco lo es y el desarrollo es más lento.

Aun cuando los agaves de la región de tequila requieren de menos tiempo para madurar, los productores en las industrias prefieren los de la región de Atotonilco, ya que siendo el desarrollo mas lento la cantidad de azucares es mayor.

Cuando la planta esta en condiciones de cosecha presenta características morfológicas externas como resultados de cambios morfológicos. Almacena sustancias de reserva para la floración y fructificación. Al ser suficiente la cantidad de sustancias almacenadas, y cuando las condiciones climáticas sean adecuadas, se lleva a cabo la migración de tales reservas hacia el tallo: las hojas cambian de color, de azul se tornan un poco amarillentas, y se inclinan al suelo separándose del tallo, el cual ha aumentado en volumen y semeja como una piña que es como le llaman los agricultores y productores de tequila.

Cosecha o jima.

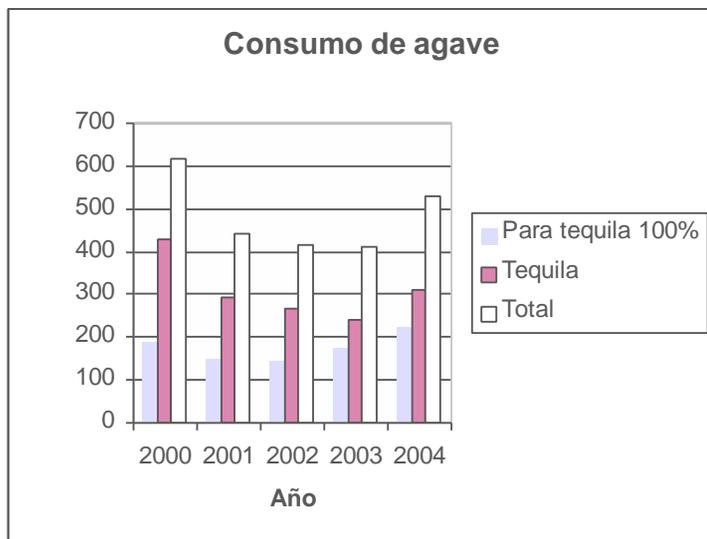
Las características anteriores indican que es tiempo de la jima, la cual se hace con una coa, cortando primero las hojas inferiores del tallo, se separa de la raíz y posteriormente se procede a cortar las demás hojas hasta que queda la piña como tal (Granados, 1993).

La jima se realiza en menor frecuencia en la temporada de lluvias pues el agua absorbida por la planta provoca una reducción de azúcares en las piñas y son rechazadas por la industria al no alcanzar el contenido mínimo establecido para su procesamiento y si se llega a aceptar el precio es menor (Aserca, 2000).

La jima es la cosecha del agave y consiste en cortar la planta y sus hojas. La coa de jima es una herramienta circular de hierro de 15 a 20 centímetros de diámetro totalmente afilada y con un mango de madera. La jima la realizan en las primeras horas de la mañana trabajadores capacitados. No existe época determinada para esta labor durante todo el año se cosecha mezcal (Valenzuela, 2003).



Consumo de agave para tequila y tequila 100% (miles de toneladas).



		Miles de toneladas				
año		2000	2001	2002	2003	2004
Descripción						
Para tequila 100%		186,9	150,7	146,2	173,7	221,7
Tequila		428,1	292,4	267,7	239,2	308,7
Total		615	443,1	413,9	412,9	530

- Existen **300 millones de plantas de agave** en las zonas con denominación de origen.
- **46 mil familias** dependen de esta industria nacional.
- **800 mil jornales** en el campo han sido generados en los últimos tres años.
- **530 mil toneladas de agave** para tequila y tequila 100 por ciento, fueron consumidas por la industria durante 2004.
- En 1999 el consumo de agave fue de **780 mil toneladas**, el más alto por parte de esta industria.

Fuente: Consejo Regulador del Tequila 2004.

Contratos de refaccionamiento

Originalmente, estos contratos consistían en que el industrial proporcionaba al agricultor los hijuelos del agave, financiaba el período de maduración de la siembra y, una vez levantada la cosecha, el empresario se quedaba con ella a cambio de pagar un 30 por ciento del valor de la misma a los precios existentes en ese momento en el mercado (Luna, 1989).

Sin embargo, con la crisis de los últimos dos años, los contratos de refaccionamiento se han enriquecido con objeto de incorporar al cultivo nuevas regiones anteriormente ajenas a ello, además de que se vuelven atractivos para los agricultores.

Así, una segunda modalidad que se ha puesto en práctica en el Sur de Jalisco consiste en que el industrial renta la tierra y paga al dueño \$1.000 al año por tonelada de maíz que se hubiera obtenido si en vez de rentar la tierra se hubiera sembrado con ese grano (costos de oportunidad); además el agricultor recibe lo que le corresponde por el programa Procampo¹⁰. Una vez que se lleva a cabo la cosecha, la empresa tequilera paga otro 15 por ciento de las utilidades obtenidas y se liquida el contrato.

Aparentemente, un contrato en esas condiciones es más favorable al agricultor que antes, además de que recibe un ingreso bastante superior al que obtendría si hubiera continuado sembrando maíz. Sin embargo, también genera enfrentamientos entre las partes toda vez que en el mismo no se estipula nada por la venta de los hijuelos que se empiezan a comerciar desde el primer o segundo año de la siembra, dejando importantes utilidades al arrendatario (empresa).

Ante ello los agricultores se sienten engañados pues no se les dijo nada al momento de la negociación.

En otra modalidad, el agricultor recibe los hijuelos del agave del industrial, lleva a cabo la siembra y cosecha y cuando se alcanza ésta, al industrial le corresponde 15 por ciento de la producción teniendo preferencia para comprar el resto a precios de mercado.

Además, en los contratos que han surgido en el último año, hay un punto adicional de negociación que representa un avance importante en los esfuerzos

de planeación y coordinación entre los actores a efecto de estabilizar el mercado de la materia prima: se está negociando que el precio del agave, a pesar de estar actualmente (de acuerdo con un promotor de FIRA en el Sur de Jalisco) en alrededor de 14 pesos por kilo, sea el precio “oficial” de 9 pesos, el cual surgió de un convenio firmado en el 2000 por la Cámara Nacional de la Industria Tequilera, que agrupa a las 72 fábricas que operan en México, y la Unión Agrícola Regional de Productores de Mezcal Tequilero del Estado de Jalisco, integrada por unos 400 agricultores que poseen 80 por ciento del agave cultivado en Jalisco. Con este convenio terminó otro periodo de relaciones tensas entre ambos actores.

El acuerdo también prevé apoyos técnicos por parte de la industria a los agricultores para mejorar sus cultivos, asesoría fiscal y contable así como mayor seguridad social para los agaveros.

Los contratos arriba mencionados son atractivos tanto para el agricultor como para el industrial y sirven para estabilizar el *cluster* por lo menos en el mediano plazo (5 ó 6 años).

De esta forma, los contratos de refaccionamiento que se aplican en la actualidad tienen beneficio para ambas partes (Macias, 2001).

EMPRESAS EXTRANJERAS QUE LLEGARON A JALISCO A PRODUCIR TEQUILA.

La producción del tequila ha dejado de ser patrimonio exclusivo de los mexicanos, y cada vez son más las empresas extranjeras que invierten en esta creciente industria.

Firmas estadounidenses, francesas y canadienses se unieron este año a empresas británicas y alemanas que montaron fábricas de tequila en el estado mexicano de Jalisco, cuna de la bebida.

En busca de capital fresco y el conocimiento internacional para competir en una industria en expansión en el mundo, las tradicionales firmas tequileras mexicanas optaron, desde hace unos años, por asociarse con gigantes extranjeras.

Sin embargo, algunas de las compañías de bebidas alcohólicas más importantes del mundo se asentaron recién este año de 1999 en México.

La estadounidense Brown-Forman, que opera marcas como las de whiskeys Jack Daniel's y Canadian Mist, la champaña Korbel y los vinos Bolla, llegó este año a tierras mexicanas para adquirir 33 por ciento del capital accionario de Tequila Orendain, la sexta productora más grande del país.

Don Julio, una de las marcas más prestigiadas en el mercado, también logró un acuerdo con la canadiense Seagram Company Ltd., la empresa que maneja el 7 Crown y Crown Royal.

A través de Joseph E. Seagram & Sons, su filial estadounidense, Seagram invertirá en Don Julio para crear una nueva firma con la que pretende impulsar la presencia del tequila en los mercados mundiales.

Recientemente, la francesa Remy Martin lanzó al mercado su nuevo tequila llamado Arraigo, que es fabricado en Jalisco por su socio, Tequila Newton.

Las firmas inglesas Allied Domecq y United Distillers & Vintners ya operaban desde hace un lustro casas tequileras en México.

United Distillers, que maneja los whiskyes J&B y Johnnie Walker, y el vodka Smirnoff, posee 45 por ciento de Cuervo, el tequila más vendido en el extranjero.

Por su parte, Allied Domecq es el propietario único de Tequila Sauza, la marca más consumida en México y la de mayor crecimiento en Estados Unidos.

Allied opera el whiskey Ballantine's y el coñac Courvoisier.

Los alemanes también han invertido en esta industria. El año pasado, el empresario alemán Martin Grassel abrió la primera fábrica de tequila en el turístico Puerto Vallarta, donde produce su tequila Porfidio, que es exportado al mercado europeo. (UNAM, 1999).

ELABORACION DEL TEQUILA.

En las compañías destiladoras que se precian de mantener altos y estrictos estándares en el proceso, apegados a conseguir productos premium, prácticamente es en la jima donde se inicia la elaboración del tequila, ya que desde la cosecha son seleccionados los agaves en su punto óptimo de madurez.

Desde la llegada a la fábrica empieza el control de calidad, ya que al recibo de la materia prima, es seleccionada al azar una muestra de piñas de cada lote y son analizadas en el laboratorio para determinar si los niveles de azúcares y madurez son adecuados y establecer los tiempos de cocción.

Cocción:

Antes de introducir en los hornos, las piñas son partidas en dos o cuatro partes según su tamaño, para favorecer un perfecto cocimiento y óptimo aprovechamiento.

Dentro de los hornos, se van acomodando manualmente los agaves. Una vez completada esta operación en el horno, se inicia el proceso de cocción y se prolonga por espacio de 48 horas en promedio, inyectando vapor de agua en el horno.

El propósito de esta cocción es el de conseguir la solubilidad e hidrolizar los azúcares del agave, ya que la inulina es poco soluble en agua y no fermentable en forma directa.

En el proceso de cocción tradicional se emplean hornos de mampostería, aunque en la actualidad algunos productores de tequila realizan el cocimiento de agave en autoclaves.

Las piñas del agave después de su cocimiento permitirán desdoblar sus azúcares y de esta manera los jugos o mostos quedarán listos para su fermentación.



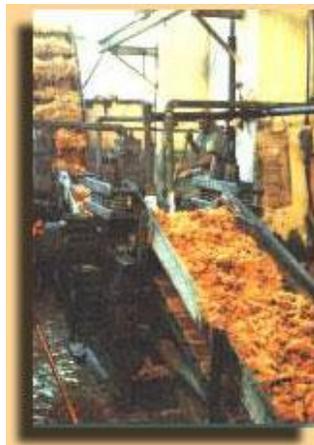
Molienda:

Después del perfecto cocimiento, se descargan los hornos y las piñas cocidas se trasladan al área de molienda.

La molienda se divide en varias etapas y tiene como propósito extraer los azúcares que se encuentran en la fibra del agave. Esto se lleva a cabo en molinos cuya estructura va desde la piedra hasta trituradoras y molinos de acero inoxidable, según el fabricante.

Las etapas de molienda se inician con el desgarramiento de las piñas, el cual consiste pasar el agave cocido por una máquina que se encarga de desmenuzarlo para, posteriormente, llevarlo a una sección en donde prensas de tipo cañero exprimirán los jugos.

Una vez exprimido este material fibroso, pasa por una sección donde se aplica agua para la máxima extracción de los azúcares. Como resultado de este proceso se obtiene un jugo de agave que contiene un 12% de azúcares. Con esta materia prima se formula el mosto o caldo para la fermentación.

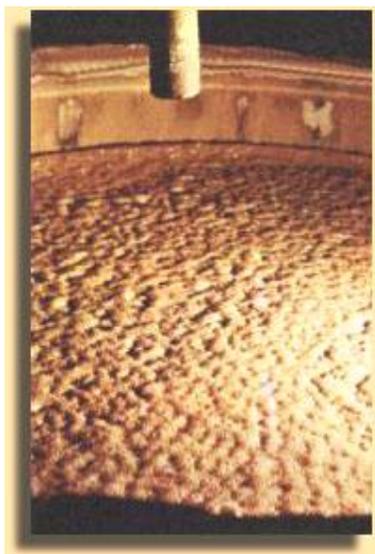


Fermentación:

Preparado el mosto para fermentación éste se inocula con un cultivo microbiano, el cual puede ser una cera pura de levadura *saccharomyces cerevisiae* o bien de alguna otra especie.

Cuando el mosto se encuentra listo empieza la fermentación de este, uno de los pasos más importantes pero menos estudiados, ya que en esta fase se produce el alcohol y otros componentes organolépticos que conforman el tequila. Esta fermentación se lleva a cabo en tanques de acero inoxidable de volumen variable, biertos y controlando la temperatura que oscila entre los 30 y los 42 grados centígrados.

Este proceso fermentativo puede durar entre 12 y 72 horas, dependiendo del grado de alcohol deseado que puede ser de 6% para tequila mixto y 4.5% para tequila 100%. Terminada la etapa de fermentación, se deja en reposo el mosto para propiciar la generación de compuestos aromáticos importantes en el producto.



Destilación:

Existen dos formas de realizar la destilación: mediante la utilización de alambiques o en columnas, siendo el primero el más usual. En el primer caso, regularmente se utiliza un tándem de dos alambiques de cobre, material que ayuda a eliminar compuestos sulfurados indeseables.

En el primer alambique, el mosto muerto se calienta con vapor y se destila hasta tener un producto intermedio ordinario, con una concentración de alcohol de entre el 25 y el 30%, al cual se le han removido los sólidos, parte del agua y las cabezas y colas. Las primeras contienen componentes volátiles que destilan antes que el etanol, debajo de los 80 grados centígrados, como metanol, isopropanol y acetato de etilo, y las segundas contienen alcoholes menos volátiles como amílico y algunos ésteres.



En el segundo alambique, el ordinario se destila nuevamente para enriquecer el contenido alcohólico hasta el 55%, además de refinar considerablemente el producto. Este tequila al 55% se considera un producto final, ya que de hecho es el que se comercializa a granel. Antes de envasarse, este destilado se diluye con agua desionizada, para lograr productos finales de 35% a 43%.

Al utilizar columnas se emplean hasta tres en tándem. En este caso el mosto entra a la columna por la parte superior, a contracorriente con vapor, con lo que se evaporan los compuestos volátiles que se condensan en los diferentes platos de la columna; normalmente cuando se emplean columnas en vez de alambiques el producto es más neutro, debido a que la destilación es más selectiva.

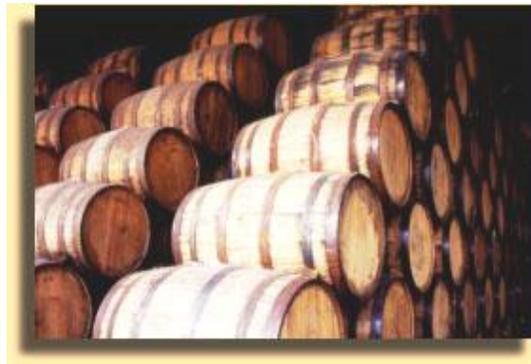


Maduración:

Una vez destilado, el producto final se concentra en tinas de paso en donde se diluye para pasarlo a los pipones o barricas donde se añejará dependiendo del tequila que se desee obtener. En la maduración de tequilas, la última etapa se realiza en barricas o pipones de roble o encino blanco, maderas que confieren al producto final aromas, colores y sabores muy peculiares, los cuales dependen de diversos factores como la edad, grosor de la duela, graduación alcohólica y condiciones de reposo o añejamiento. Son muy importantes las condiciones de humedad y ventilación, ya que el proceso de envejecimiento se llevan a cabo reacciones oxidativas.

Por último, antes de embotellar es necesario eliminar algunos sólidos conferidos por la madera, esto se realiza a través de filtración con celulosa o carbón activado.

(Acamextequila, 2004)



<http://www.acamextequila.com.mx/amt3/elaboracion.html>

Control de calidad

Mediante los análisis cromatográficos y químicos en laboratorio se confirma la presencia de niveles altos de sustancias nocivas – como el metanol – en el tequila además se supervisan la uniformidad y pureza de los elementos que integran el producto. Las especificaciones fisicoquímicas del tequila son parte de la norma vigente NOM-006-SCFI-1994 (SECOFI citado por Valenzuela, 2003).

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana existen dos tipos de tequilas en sus diferentes versiones:

El Tequila mixto ó 51-49: Que se produce a partir de 51 por ciento de azúcares obtenidos del agave azul tequilana Weber y el 49 por ciento restante de otros azúcares. Este se puede encontrar en sus versiones blanco, joven abocado, reposado y añejo.

El tequila 100 por ciento agave: El cual se define por sí solo, pues se obtiene en su totalidad a partir de los azúcares del agave azul tequilana Weber. Este se puede encontrar en sus presentaciones blanco, reposado y añejo.

Para distinguir estos dos productos, deberá ir en la etiqueta la leyenda de 100 por ciento agave para el segundo y para el primero sólo dirá *tequila*. Además, el tequila *100 por ciento agave* debe ser envasado en México, por lo que deberá adicionarse en la etiqueta las leyendas “Envasado de Origen” y “Elaborado y Envasado bajo la Vigilancia del Gobierno Mexicano”. (Macías, 2001).

ESTADOS DE MADUREZ.

De acuerdo con las características adquiridas en procesos posteriores a la destilación y rectificación, el tequila se clasifica en cuatro tipos, reconocidos por la NOM:

Blanco (Silver)

Resulta de la segunda destilación y de su dilución con agua pura para ajustar a 38% su graduación alcohólica.

Joven u oro (Gold)

Se elabora a partir de mezclas de tequilas blancos con reposados o añejos.

Reposado (Aged)

De tonalidades pajizas, suaves notas de madera, su paso por barrica de roble o encino debe ser de dos meses como mínimo.

Añejo (Extra-aged)

Requiere, al menos, de un año de crianza en barrica cuya capacidad no exceda los 600 litros.

Hay tequilas de tres o hasta cinco años de añejamiento que en ocasiones entran por su precio arriba de los 800 pesos en la categoría de los Premium creada por la Academia Mexicana del Tequila para efectos de su anales comparativo precio/calidad (Día siete, 2004).

ORGANIZACIONES ACERCA DEL TEQUILA.

Consejo regulador del tequila (CRT).

Su misión es asegurar el cumplimiento de la NOM para garantizar al consumidor la autenticidad del origen y la calidad del tequila. Instituida en 1994 esta integrada por productores envasadores y distributores así como por

representantes de organismos del gobierno como Secofi y la Profeco. Mediante una red de oficinas en el extranjero y una supervisión permanente de las destilerías certificadas dentro de la DO lleva un control minucioso del inventario de las plantaciones de agave que mantiene bajo registro así como de los procesos de elaboración y de los lotes de productos que se desplazan al mercado.

Academia Mexicana del Tequila (AMT).

Constituida en el año 2000 esta enfocada a proteger, cultivar y difundir la imagen y la cultura alrededor de esta bebida. Con un énfasis en la capacitación de catadores, ha logrado congregarse un panel de expertos que desde tres regiones o capítulos: Occidente, con sede en Guadalajara; Bajío con sede en Aguascalientes y México asentado en el DF, trabajan en el análisis organoléptico de la diversidad de los productos que tienen presencia en el mercado nacional. (Día siete, 2004).

Inicios de la exportación de el tequila.

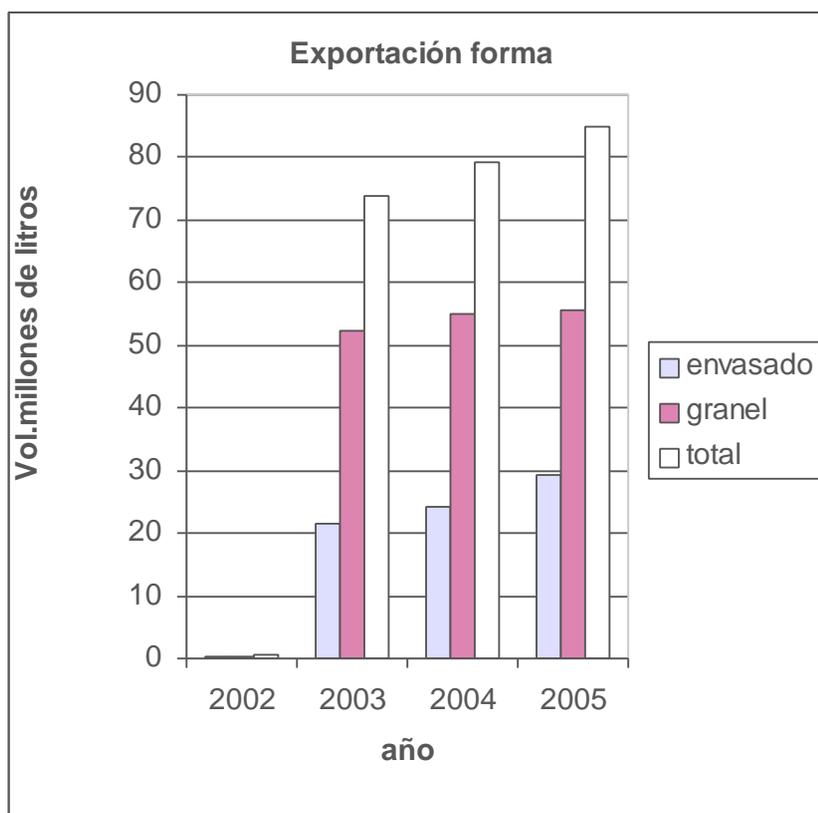
Desde el siglo XVI las destilerías de la región de Jalisco, la Nueva Galicia, exportaron su bebida a las principales ciudades y zonas mineras de lo que ahora es México. Por tierra llegaban a las ferias de otras regiones y a los puertos, principalmente al de San Blas, en Jalisco, fundado en 1768. Un viajero, José Longinos Martínez, escribió en 1792 un diario de su recorrido desde la ciudad de México hasta San Blas, donde cuenta que, entre Amatitán y Tequila, el paisaje estaba cubierto de agaves, y que desde ahí muchos miles de barriles de vino mezcal se embarcaban cada año. Alrededor de 1870 el tequila llegaba a Estados Unidos en carreta. El ferrocarril aceleró la expansión del comercio tequilero y la modernización industrial de las principales destilerías estuvo ligada a su exportación. Actualmente, el tequila es uno de los principales productos exportados por México.

El virrey Matías de Galvez logró que Carlos III prohibiera la fabricación y

venta de bebidas embriagantes nacionales, situación que prevaleció de 1785 a 1795, cuando fue abolida por Carlos IV, quien luego autorizó la primera destilería industrial a José María Guadalupe Cuervo (Aguirre 2001).

Las fechas de fundación reconocidas para las tres marcas más importantes de Tequila son 1795 para Cuervo, 1870 para Herradura y 1873 para Sauza (Aguirre 2001). Es en el año 1873 cuando tiene lugar la primera exportación de tequila a EEUU (Luna 1996).

Exportación de tequila por forma (millones de litros).



	Millones de litros			
año	2002	2003	2004	2005
descripción				
envasado	252,569	21,449,615	24,167,995	29,406,857
granel	208,309	52,393,991	55,084,151	55,622,198
total	460,879	73,843,607.09	79,252,147.71	85,029,056.22

Exportación del tequila se mantiene en forma sostenida

La dinámica exportadora del sector tequilero se ha mantenido en forma sostenida. Al término del primer trimestre de este año 2006 la exportación ha crecido 25 por ciento en relación con el mismo lapso del año pasado. En cambio, la producción general de la bebida nacional sólo ha crecido 5.7 por ciento, al acumularse 55.6 millones de litros al concluir el mes de marzo pasado, contra 52.6 millones del mismo periodo de 2005.

Según las cifras del Consejo Regulador del Tequila (CRT), la exportación hasta marzo pasado fue 34.5 millones de litros, contra 27.5 millones del mismo periodo del año anterior. Las ventas externas supusieron un aumento de 43 por ciento del producto elaborado 100 por ciento de agave azul; mientras que el tequila mixto (a base de 51 por ciento de mezcal tequilero) crecieron 25 por ciento. En lo que va de este año, el tequila elaborado en su totalidad con mezcal azul supuso en su exportación 7.3 millones de litros, mientras que el producto mixto fue 27.1 millones.

El producto exportado en la modalidad de envasado de origen ha crecido 46.5 por ciento en lo que fue el primer trimestre, al llegar a 12.9 millones de litros, contra 8.8 millones del mismo periodo del año pasado. Mientras que la exportación de licor a granel tuvo un crecimiento de casi 15 por ciento, al pasar de 18.7 a 21.5 millones en el periodo de referencia.

Un punto cuestionable del comportamiento del tequila como cadena productiva fue que se tuvo un descenso de casi un punto porcentual en el consumo de materia prima, una vez que haberse tenido una demanda de 176.5 mil toneladas de agave tequilero en el primer semestre de 2005, ahora se tuvo sólo una comercialización de 174.8 mil toneladas en el mismo lapso del año en curso. (Milenio, 2006).

Exportaciones a Estados Unidos.

La producción de tequila en México alcanzó los 209,7 millones de litros durante 2005, lo que representó un nuevo récord y una alza de un 19.15% frente a 2004, informó el Consejo Regulador del Tequila (CRT).

De esa producción, se exportaron 117 millones de litros, alcanzando también un nivel máximo histórico, y de éstos, 87 millones se destinaron a Estados Unidos y 15 millones a Europa.

Se logró finalmente romper la marca de fabricación de tequila 100% de agave azul, al llegar a los 70.1 millones de litros en 2005, por encima de los 43 millones de 2004.

Las ventas de tequila representan 5% del total de bebidas destiladas que se consumen en Estados Unidos.

Según el CRT, sólo 30 de las 111 empresas que se encuentran dentro de la zona de Denominación de Origen Tequila, que abarca 180 municipios de cinco estados mexicanos, exportan sus productos.

El organismo destacó que la industria de tequila en el país consumió un total de 688,800 toneladas de agave en 2005 (Morales, 2006).

Exportaciones a Japón

A partir de abril de 2005, cuando entró en vigor el Acuerdo de Asociación Económica (AAE) entre México y Japón, el gobierno nipón eliminó el arancel de 15.24% que cobraba a las importaciones de tequila.

La industria mexicana prevé que esa apertura impulsará las ventas de tequila en uno de sus mercados clave.

César Bolívar, gerente para Asia y Oceanía de la empresa Tequila Herradura, comentó que con la eliminación de los impuestos a la tradicional bebida mexicana, las compañías tequileras podrán reducir los precios, pero, sobre todo, destinarán una mayor parte de su presupuesto a promoción y publicidad en Japón.

Por su lado, Omar Contreras, coordinador de Exportaciones de Tequila Sauza, dijo: “Quien entre al mercado nipón, podrá hacerlo en cualquier parte del mundo”.

Con el AAE, Japón reconocerá la denominación de origen del tequila, mientras que México hará lo mismo con el saki, un licor de arroz japonés (Morales, 2006).

Conclusiones.

El agave como el tequila tienen su historia muy aparte de lo que sería la historia de el pulque o el aguamiel, es sin duda un elemento indispensable tanto el tequila como el agave que ha venido representando la cultura de México, aunque en los últimos años ha tenido una serie de ciclos económicos que se han presentado con regularidad en los últimos cincuenta años. Esto lleva una sobreoferta de producción lo que hace que baje el precio del agave impidiendo que se establezcan nuevas plantaciones.

Una de las buenas estrategias que se les ocurrió a los industriales tequileros, es la gestión para obtener la denominación de origen, ya que así el tequila solo puede producirse en una zona específica de México y no puede ser producido en otro país que no sea el antes mencionado, esto permite que halla una fuente de empleos y de divisas ya que el tequila se exporta a muchos países del mundo.

El tequila exportado a granel a los Estados Unidos es una desventaja para los productores de agave como para los industriales tequileros, ya que le quita mucho valor agregado al producto que es el tequila y que no es lo mismo que se le embotelle y se le ponga la etiqueta aquí en México y así ya pueda ser exportado a Estados Unidos o a cualquier otro país donde se exporta.

Por otro lado el tequila ya está dejando de ser 100% de México, porque desde hace ya algún tiempo han llegado empresas extranjeras a producir tequila en tierras jaliscienses y que muchas de estas empresas son de las más grandes y más importantes del mundo en lo que se refiere a producción de bebidas alcohólicas, algunas de ellas están asociadas con las empresas más importantes de Jalisco que más exportan a Europa.

El agave tiene algunos problemas una de ellos es el ataque de plagas que han venido causando estragos desde hace tiempo se debe tener un programa de control de plagas para poder combatirlos así como invertir más en investigación para poder detectar las diferentes plagas que atacan al agave y

poder establecer un control adecuado porque lo que se hace con el agave es una clonación de la planta madre y si una planta de estas esta infectada por algún patógeno se pueden infectar las demás y así va la cadena pasando la infección de planta a planta.

Lo que también ya hemos mencionado es el problema de la sobreproducción de agave que se ha repetido en diferentes ocasiones y en diferentes épocas, por eso para impedir esto el consejo regulador del tequila tiene un registro de todos los productores de agave, bueno de la mayoría de productores de agave, porque también hay todavía algunos productores que no se han dado de alta en los registros del consejo. Estos productores que no se han dado de alta en el consejo se deberían de dar de alta para que el consejo pueda tener un registro mas exacto de todos los predios que hay de agave así como cuantas plantas hay en cada predio y que edad tienen, para que no haya una sobreproducción de agave y no sean afectadas las miles de familias que dependen de esta planta.

BIBLIOGRAFIA.

Academia Mexicana del Tequila, A.C. (AMT)

www.acamextequila.com.mx (citado en febrero de 2006)

Acamextequila. 2002. el agave.

<http://www.acamextequila.com.mx/noflash/elagave.html> (citado en febrero de 2006)

Acosta Navarrete M. S., López M.G., Hernández López D. y Miranda López

R.2004. Análisis de jugo de *Agave tequilana* Weber var. Azul durante su fermentación, tequila blanco y una bebida comercial libre de alcohol (tequilife) mediante cromatografía de gases-olfatometria bajo diferentes técnicas de extracción. Instituto Tecnológico de Celaya, Depto. de Ing. Bioquímica. Celaya, Guanajuato, México.

http://www.respyn.uanl.mx/especiales/ee-6-2004/resumenes_juany/20.htm
(citado en febrero de 2006)

Agropecstar. Capítulo 5.Potasio. Un nutriente esencial para la planta.

<http://www.agropecstar.com/portal/doctos/agronomia5.htm> (citado en febrero de 2006)

Alambiques. Definición y origen del tequila.

<http://www.alambiques.com/tequila.htm>(citado en febrero de 2006)

Álvarez-Moya, C. , Santerre-Lucas, A. , Zúñiga-González, G. , Padilla-

Camberos, E. , Feria-Velasco, A.2001. A model on *Agave tequilana* Weber for detection of damaged DNA from diseased cells and cells exposed to glyphosate. Laboratorio de Genética, Departamento de Biología Celular y Molecular, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México. Revista Mexicana de Fitopatología, 2001, Vol. 19, No. 1, pp. 78-83, 24 ref.

Álvarez Moya, C., Zaitzeva Petrovna, G., Arévalo Hernández, A.1990. Design of a new system for detecting genetic damage in Agave tequilana. Laboratorios de Genética e Inmunología, Departamento de Biología, Celular y Molecular, CUCBA, Universidad de Guadalajara, 45110 Zapopan, Jalisco, México. Boletín del Instituto de Botánica, 1999, publ. 2000, Vol. 7, No. 1/3, pp. 123-134, 24 ref.

Arizaga S. 2004. lo que somos. En peligro el tequila mexicano. <http://www.loquesomos.org/amasando/elbicho/tequila.htm> (citado en febrero de 2006)

Aserca. 2000. Claridades Agropecuarias. El agave tequilero; Pencas que abrazan al mundo. Publicación No. 87. Noviembre 2000.

Baeyens J. 1970.Nutrición de las plantas de cultivo. Editorial Lemos. Madrid, España. Págs. 213-224.

Barragán N. A. 2002 Respuesta bioquímica de los carbohidratos en agave tequilana Weber a diferentes concentraciones de sodio y potasio. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Bautista J., Parra N., J. Barboza y Gamiño S. 2002.Contenido de azúcares reductores en hojas de agave azul (Agave Tequilana weber) de distintos orígenes y edades. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. Irapuato, Guanajuato. IV Congreso regional de ciencias de los alimentos. 11-12 junio de 2002, Monterrey, Nuevo León, México. <http://www.respyn.uanl.mx/especiales/memorias-atam/04.htm> (citado en febrero de 2006)

Buen-amigo.Tequila: arte, rito y tiempo. Industrializadora Integral del Agave S.A. de C.V. (IIDEA). <http://www.buen-amigo.com/quienessomos.asp>(citado en febrero de 2006)

Día siete. 2004. Pasiones solo por placer.

Cabrera Méndez Rafael. 2005. Importancia del complejo gallina ciega y el picudo (*Scyphophorus acupunctatus*) en relación a la marchitez y pudrición del cogollo en *Agave Tequilana Weber var. Azul*. Tesis de licenciatura. Centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Las agujas, Zapopan, Jalisco, México.

Castorena-Sanchez-I; Escobedo-RM; Quiroz-A. 1989. New cytotaxonomical determinants recognized in six taxa of *Agave* in the sections *Rigidae* and *Sisalanae*. Centro de Investigación Científica de Yucatán AC, Cordemex, Yucatán, México. *Canadian-Journal-of-Botany*. 1991, 69: 6, 1257-1264; 22 ref.

Castro-Concha, L., Loyola-Vargas, V. M., Chan, J. L., Robert, M. L. 1990. Glutamate dehydrogenase activity in normal and vitrified plants of *Agave tequilana Weber* propagated in Vitro. Centro de Investigación Científica de Yucatán, Departamento de Bioquímica, División de Biología Vegetal, Apdo. Postal 87, 97310 Cordemex, Yucatán, México. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 1990, Vol. 22, No. 2, pp. 147-151, 27 ref.

Castro Valera Roberto Antonio. 2003. Incidencia y distribución de marchitez y pudrición del cogollo del agave (*Agave tequilana weber* variedad azul) en la zona sur de Jalisco. Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

Cavallini-A; Natali-L; Cionini-G; Castorena-Sanchez-I. 1996. Cytophotometric and biochemical analyses of DNA in pentaploid and diploid *Agave* species. Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie,

Sezione di Genetica, Via Matteotti 1/B, I-56124 Pisa, Italy. Genome. 1996, 39: 2, 266-271; 22 ref.

Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav).2000.El Sida del agave, realidades y mentiras.
<http://www.invdes.com.mx/antiores/Mayo2000/htm/sidagave.html>(citado en febrero de 2006)

Chirinos U. H. 2000. fertilización de agave tequilana weber.
www.al-labs.com.mx/DOC/2-13.htm(citado en febrero de 2006)

Cronica. 2004.La cerveza arrebató mercado al tequila; tiene ya el 71% de las ventas en México.
<http://www.cronica.com.mx/nota.php?idc=112128>(citado en febrero de 2006)

Consejo Regulador del Tequila (CRT). 2004.

Eguiarte Fruns L. E.2005. Alertan universitarios sobre posible colapso de la industria tequilera. Redacción | Enviado el 2005-12-27 20:56:21.Instituto de Ecología de la UNAM
<http://www.criterios.com/modules.php?name=Noticias&file=article&sid=6397>
(citado en febrero de 2006)

El Universal. Agave azul antiplagas. 23 de enero de 2006.
<http://www.comunicacion.amc.edu.mx/amc-en-medios/agave-azul-antiplagas/>(citado en febrero de 2006)

García Beltrán María Celia. 2005. El picudo *Scyphophorus acupunctatus* Gyll. (Coleoptera: curculionidae) y su microbiota asociada al tejido dañado de agave tequilana weber var. Azul. Tesis de licenciatura. Centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Las agujas, Zapopan, Jalisco, México.

- García Galindo Javier. 2004. Ecofisiología de plantas jóvenes del agave azul (Agave tequilana) weber. Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.
- Gil Vega, K., González Chavira, M., Martínez de la Vega, O., Simpson, J., Vandemark, G. 2001. Analysis of genetic diversity in Agave tequilana var. Azul using RAPD markers. Departamento de Biotecnología y Bioquímica, CINVESTAV del IPN Apdo. Postal 629, Irapuato, Gto. 36500, México. Euphytica, 2001, Vol. 119, No. 3, pp. 335-341, 24 ref.
- Granados S. D. 1993. Los agaves en México. Universidad Autónoma de Chapingo, (UACH). Estado de México, México.
- Halfter G. 1957. Plagas que afectan a las distintas especies de agave cultivadas en México. Secretaria de agricultura y ganaderia. México 1957.
- Hernández-Valencia, R. E. M., López-Franco, R. , Ruíz-Ordoñez, J. , Ramírez-Rodríguez, H. , Benavides-Mendoza, A. 2003. The stomatal complex and epicuticular characteristics of crown rot disease of Agave tequilana Weber (Agavaceae). Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Acta Horticulturae, 2003, No. 618, pp. 427-433, 10 ref.
- Ibarra Nava Mario Alberto. 2001. Distribución e incidencia de marchitez (erwinia sp y fusarium sp) del agave (agave tequilana weber) en los altos de Jalisco. Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).
<http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp>(citado en febrero de 2006)

ITESM. 2001. Producción vegetal agave.

<http://www.qro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/CAgaveGeneralidades.html#Origen>. (citado en febrero de 2006)

Juárez, Valenzuela, Sosa, Paredes. 2005. Una Alternativa Biotecnológica para la Industria del Tequila Cultivo de Callos de Agave *tequilana* Weber Var. Azul. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Universidad de las Américas, Puebla, Pue. Laboratorio de Biotecnología de Alimentos, Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), Unidad Irapuato. Irapuato, Gto. México.

<http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2005/ee-132005/documentos/CNA19.pdf>
(citado en febrero de 2006)

La Jornada. 2000. Crisis en industria del tequila; campesinos e IP buscan acuerdo.

<http://www.jornada.unam.mx/2000/07/31/032n1est.html> (citado en febrero de 2006)

Landa C. R. 2004. Fertilización Na/k e inductores de resistencia en Agave tequilana Weber. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Lavin M. C., Castrejon, Figueroa B. R. Aldana LI. L, y Valdes.

2000. *Scyphophorus acupunctatus* (coleoptera: curculionidae) attacking *Polianthes Tuberosa* (Liliales: agavaceae) in Morelos, México. Departamento de Interacciones Planta-Insecto, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional, COFAA, San Isidro, Yautepec, Morelos, Mexico. Florida Entomologist: Vol. 85, No. 2, pp. 392–393.

<http://www.bioone.org/bioone/?request=get-document&issn=0015-4040&volume=085&issue=02&page=0392> (citado en febrero de 2006)

Linton, M. J., Nobel, P. S. 2001. Hydraulic conductivity, xylem cavitation, and

water potential for succulent leaves of *Agave deserti* and *Agave tequilana*. Department of Organismic Biology, Ecology, and Evolution, University of California, Los Angeles, CA, USA.

International Journal of Plant Sciences, 2001, Vol. 162, No. 4, pp. 747-754, 43 ref.

Luna, H. G. 1996. Pudrición del tallo de *Agave tequilana* Weber en el Estado de Jalisco, México. Tesis Lic., Univ. Autónoma de Chapingo, Edo. de México. 85 p.

<http://www.colpos.mx/ifit/entacar/avances/017.html>(citado en febrero de 2006)

Luna Hernández Gregorio. 1998. Hacia un manejo integrado de plagas. Fundamentos y recomendaciones prácticas agave tequilana. Editorial Agata y Cheminova. 1era. edición. Guadalajara, Jalisco, México.

Macedo E. M. 1950. Manual del magueyero. Editor Bartolomé Trucco. México DF. México.

Macías Macías Alejandro. 2001. El cluster en la industria del tequila en Jalisco México. Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, México http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/centros_investigacion/ciaal/agroalimentaria/anum13/articulo13_4.pdf(citado en febrero de 2006)

Martínez Ramírez J. L. 1998. Avances del proyecto: Epidemiología y manejo integrado de problemas fitosanitarios en agave (*Agave azul tequilana* Weber). Memora: Foro de anales de la problemática de la cadena productiva agave-tequila. Guadalajara, Jalisco, México.

Medina Z. L. E. 1997. Respuesta del maguey (*Agave salmiana*) a la fertilización y riego en la región de San Antonio de las Alazanas. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mendoza Cornejo Cesar. 1998. Memoria:"foro de análisis de la problemática de la cadena productiva agave-tequila". Colegio de ingenieros agrónomos del estado de Jalisco A. C.,H. Ayuntamiento de Tlaquepaque Jalisco. Consejo regulador del tequila. 30 de octubre de 1998. Guadalajara, Jalisco, México.

Milenio. 2006. Exportación del tequila se mantiene en forma sostenida.
http://www.alimentariaonline.com/main_editorial_viewed2.asp?did=1952
(citado en febrero de 2006)

Monroy-Sánchez M. 2001. Aíslan bacteria que pudre al agave.
<http://www.invdes.com.mx/anteriores/Abril2001/htm/bacteria.html>(citado en febrero de 2006)

Morales R. 2006. Acuerdo garantiza la calidad y autenticidad del tequila mexicano. Los gobiernos de estados unidos y México firman un convenio que protege a la típica bebida en el mercado estadounidense.
<http://www.laopinion.com/negocios/?rkey=00060119174212935273>(citado en febrero de 2006)

Nobel,-P.S.; Castaneda,-M.; North,-G.; Pimienta-Barrios,-E.; Ruiz,-A. 1998. Temperature influences on leaf CO₂ exchange, cell viability and cultivation range for Agave tequilana. Department of Biology, University of California, Los Angeles, California (USA). Journal-of-Arid-Environments (United Kingdom). (1998). v. 39(1) p. 1-9.

Nobel-PS.1989. Tansley Review No. 32. Achievable productivities of certain CAM plants: basis for high values compared with C₃ and C₄ plants. Department of Biology, University of California, Los Angeles, USA. New-Phytologist. 1991, 119: 2, 183-205; 1 fig.; 104 ref

Nobel-PS. 1989.Environmental influences on CO₂ uptake by agaves, CAM

plants with high productivities. Department of Biology, University of California, Los Angeles, USA. Economic-Botany. 1990, 44: 4, 488-502; 43 ref.

Nobel,-P.S.1998. Los incomparables agaves y cactus. Edit. trillas. 1era. Edición en español. México D.F. México.

Nuño Cuevas Sergio. 2005. Control químico como alternativa para el manejo de marchitez en agave (*fusarium sp* y *erwinia sp*). Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

Palomino, G. , Dolezel, J. , Méndez, I. , Rubluo, A.2003.
Nuclear genome size analysis of Agave tequilana Weber.
Instituto de Biología, Jardín Botánico, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., México. Caryologia, 2003, Vol. 56, No. 1, pp. 37-46, 37 ref.

Pimienta-Barrios, E., Robles-Murguia, C., Nobel, P. S.2001.Net CO₂ uptake for Agave tequilana in a warm and a temperate environment.
Departamento de Ecología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México. Biotropica, 2001, Vol. 33, No. 2, pp. 312-318, 24 ref.

Radiocentro. 2003. EL TEQUILA. Cápsula 52 del 12 de Julio de 2003.Grupo radiocentro, México.
<http://www.radiocentro.com.mx/grc/homepage.nsf/main?readform&url=/grc/redam.nsf/vwALL/MALZ-5PFSDN>(citado en febrero de 2006)

Rodríguez-Garay, B., Cervantes-Martínez, J. , López-Díaz, S. 2004
Detection of the effects of Methylobacterium in Agave tequilana Weber var. azul by laser-induced fluorescente. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ),

Guadalajara, Jalisco, México. Plant Science, 2004 , Vol. 166, No. 4, pp. 889-892, 15 ref.

Rodríguez G. B. 2006. Implementan método para proteger plantíos de agave azul.

<http://www.comunicacion.amc.edu.mx/noticias/implementan-metodo-para-protegerplantios-de-agave-azul/> (citado en febrero de 2006)

Rodríguez Ruvalcaba Ramón. 2002. Extractos de origen vegetal para el control de *fusarium oxysporum* y *erwinia sp* aislados de agave (agave tequilana weber variedad azul). . Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

Ruiz-Corral, J. A. , Pimienta-Barrios, E. , Zañudo-Hernández, J. 2002. Regiones térmicas óptimas y marginales para el cultivo de Agave tequilana en el estado de Jalisco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, CIRPAC, Parque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. Agrociencia (Montecillo), 2002, Vol. 36, No. 1, pp. 41-53, 24 ref.

Ruiz F. J. F. 1996. Los fertilizantes y la fertilización orgánica bajo la óptica de un sistema de producción orgánico. Primer foro nacional sobre agricultura orgánica. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. CONARAO. SAGAR. México p23-46.

Ruvalcaba -Ruiz, Rodríguez-Garay. 2002. Aberrant meiotic behavior in Agave tequilana Weber var. azul. División de Micropropagación y Mejoramiento Genético Vegetal, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México. Plant Biology, 2002, Vol. 2, No. 10, pp.19 ref.

Salinas C. J. 2000. Investigación de la Universidad Autónoma de Chapingo: proponen la biotecnología para superar la escasez de agave. La jornada. 4 de agosto de 2000.

Santamaría-JM; Herrera-JL; Robert-ML. 1995. Stomatal physiology of a micropropagated CAM plant; Agave tequilana (Weber). IEBS, Biology Department, University of Lancaster, UK. Plant-Growth-Regulation. 1995, 16: 3, 211-214; 15 ref.

SEPSA. 1999. Boletín informativo. México tierra de Agaves.

<http://www.sepsaestudios.com/Especial113.htm>(citado en febrero de 2006)

Solís-Aguilar, González-Hernández, Leyva-Vázquez, Equihua-Martínez, Flores-Mendoza y Martínez-Garza.2001.*Scyphophorus acupunctatus* gyllenhal, plaga del agave tequilero en Jalisco México. Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. Comercial Concentro. Zapopan, Jalisco, México. Especialidad de Postgrado en Estadística y Cálculo.ISEI. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. Agrociencia 35:663-670.

Suchitra-Banerjee; Sharma-AK; Banerjee- S. 1989. Structure and behaviour of chromosomes in four different species of Agave. Centre of Advanced Study in Cell & Chromosome Research, Department of Botany. University of Calcutta. Calcutta, India.

Tequila cazadores.

<http://www.extranews.net/news.php?nid=1151>(citado en febrero de 2006)

Tierramerica.2000. Biotecnología al rescate del tequila Los científicos devuelven la esperanza al enfermo agave, la planta que en México es materia prima del tequila, y padece el acoso de microorganismos patógenos desde hace al menos 15 años.

<http://www.tierramerica.net/2000/1119/acentos.html>(citado en febrero de 2006)

Torres Moran Martha Isabel. 2005. Evaluación de diferentes fuentes y niveles

de nitrógeno y calcio en plantas de agave tequilana Weber variedad azul, in Vitro y en invernadero. Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

Universidad de Guadalajara (U de G). 2003. Desmesurado crecimiento del cultivo de agave en Jalisco.
<http://www.udg.mx/gaceta/paginas/290/290-9.pdf>(citado en febrero de 2006)

UNAM. 1999. Cada vez más empresas foráneas llegan a Jalisco a producir tequila.
<http://www.jornada.unam.mx/1999/09/05/1a.html>(citado en febrero de 2006)

Valenzuela Z. A. G. 1987. La poda en el agave tequilero (agave tequilana weber) y su influencia en la productividad. Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

Valenzuela Z. A. G. 1993. El agave tequilero: su cultivo e industrialización. Monsanto. Guadalajara, Jalisco, México.

Valenzuela Z. A. G. La agroindustria del agave tequilero Agave tequilana Weber. Departamento de zoología. Universidad de Guadalajara Zapopan, Jalisco, México.
<http://www.socbot.org.mx/publicaciones/boletin/bolres57c.html>
(citado en febrero de 2006)

Valenzuela Z. A. G. 2000. Tequila cazadores manual para agaveros.

Valenzuela Z. A. G. 2003. El agave tequilero cultivo e industria de México. Ediciones mundi prensa. 3ra Edición. México DF. Madrid Barcelona 2003.

- Vicente Ramírez Ismael. 2002. Diagnostico del estado de sanidad del agave (Agave tequilana weber var. Azul) en la zona protegida por la denominación de origen del tequila. . Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.
- Virgen-Calleros, Jiménez-Hidalgo, I., G., Martínez-de la Vega, O., Vandemark, G., Olalde-Portugal, V. 2004. Identification and characterisation of bacteria causing soft-rot in Agave tequilana. Biotechnology and Biochemistry Department, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados - IPN, Unidad Irapuato, Irapuato, México. European Journal of Plant Pathology, 2004, Vol. 110, No. 3, pp. 317-331, many ref.
- Zañudo Hernández Julia. 2001. Dependencia fisiológica y estructural del agave (Agave tequilana) weber azul a la simbiosis de hongos micorrizicos vesiculo arbuscular. . Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

ANEXO



Siembra del agave en ladera.



Siembra del agave en planicie.



Siembra de agave en áreas de veneros de agua
(frente) fondo, en ladera sin veneros.



Siembra del agave en terreno húmedo, mal drenado y a la derecha terreno drenado.
Plantas no toleran mucha humedad constante



Agaves muertos en terreno húmedo (frente) y agaves prosperando en ladera seca.



Agave e hijuelo afectado por el hongo *Thielaviopsis paradoxa*.



Agave casi sin raíces (bajo la influencia de *T. paradoxa* a la derecha) y agave sin el hongo (izquierda).



Planta casi sin raíces invadida por *T. paradoxa*.



Planta a la que se le adicionó cal.



Escarabajo rinoceronte del agave.



Daños hechos por los escarabajos rinocerontes en plantas jóvenes.
Note la presencia de los escarabajos.



Daño de escarabajos en piñas cosechadas. Hay hasta dos individuos por planta.

***Agave tequilana* Weber var. *azul*
y sus principales problemas fitosanitarios**

LEOPOLD FUCIKOVSKY ZAK

Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados,

Carretera México-Texcoco km 36.5,

C.P. 56230, Edo. de México, México

E-mail: fucikovs@colpos.mx