
Universidad de Guadalajara

FACULTAD DE AGRONOMIA



"CORRELACION DE FACTORES QUIMICOS Y FISICO-QUIMICOS
DEL Agave azul tequilana, Weber, CON FINES DE SELECCION".

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

GABRIELA GAMEZ VERGARA

GUADALAJARA, JAL.

MAYO DE 1989



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección

Expediente

Número

Febrero 22 de 1989

C. PROFESORES:

M.C. SALVADOR ANTONIO HURTADO Y DE LA PEÑA, DIRECTOR
ING. ELENO FELIX FREGOSO, ASESOR
ING. JAVIER VASQUEZ NAVARRO, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" CORRELACION DE FACTORES QUIMICOS Y FISICC-QUIMICOS DEL Agave azul -
Tequilana, Weber, CON FINES DE SELECCION ".

presentado por el (los) PASANTE (ES) GABRIELA GAMEZ VERGARA

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección

Expediente

Número

Febrero 22 de 1989

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
 DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
 DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

 GABRIELA GAMEZ VERGARA

_____ titulada:

" CORRELACION DE FACTORES QUIMICOS Y FISICO-QUIMICOS DEL Agave azul -
 Tequilana, Weber, CON FINES DE SELECCION "

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

M.C. SALVADOR ANTONIO HURTADO Y DE LA PEÑA

ASESOR

ASESOR

ING. JAVIER VASQUEZ NAVARRO

ING. ELENO FELIX FREGOSO

srd'

Al contestar este oficio cite fecha y número

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Por ser uno más de sus egresados

A LA FACULTAD DE AGRICULTURA

Por permitirme realizarme como profesionista

A TEQUILA HERRADURA

Por sus enseñanzas y gran apoyo que me brindó para la realización del presente trabajo

AL M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA

Por su amistad y ayuda incondicional.

AL ING. JAVIER VAZQUEZ NAVARRO

ING. ELENO FELIX FREGOSO

Por su colaboración.

A MIS MAESTROS

Por el conocimiento obtenido durante mi preparación profesional.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

DEDICATORIAS

A mis seres más queridos:

A DIOS.

MUY EN ESPECIAL A MIS PADRES:

Juan y Paula.

A MIS HERMANOS:

Maru, Manuel, Ricardo, David y Gerardo.

A MIS SOBRINAS:

Alejandra, Yara y Danfela.

A: ARMANDO CEJA M.

CONTENIDO

RESUMEN	I
1.- INTRODUCCION	1
2.- REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Descripción Botánica	3
2.2. Condiciones Ecológicas	6
2.3. Variedades de Mezcal	8
2.4. Prácticas Agrícolas	10
2.4.1. Preparación del Terreno	10
2.4.2. Roturación o Barbecho	10
2.4.3. Plantación	11
2.5. Análisis Químico	16
2.6. Industrialización	18
2.6.1. Aspectos de Mercado	20
2.7. Componentes del tequila	23
3.- MATERIALES Y METODOS	27
3.1. Localización Geográfica y Descripción del lugar	27
3.2. Descripción del material Genético	29
3.3. Material y Equipo utilizado	31
3.4. Metodología de Laboratorio	32
3.5. Métodos Estadísticos	35
4.- RESULTADOS Y DISCUSION	38
4.1. Correlaciones	40
4.2. Aplicación del Mejoramiento Genético	41
5.- CONCLUSIONES	43
6.- BIBLIOGRAFIA	44
7.- APENDICE	46

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	PAG.
CUADRO No. 1 CONSUMO APARENTE DE TEQUILA EN MEXICO MILES DE LITROS 1978 A MEDIADOS 1988 55°G.L.	21
CUADRO No. 2 PRODUCTOS OBTENIBLES DE LA INDUSTRIA- LIZACION DEL AGAVE TEQUILERO Y LOS - USOS DEL MISMO	22
CUADRO No. 3 RESULTADOS ESTADISTICOS. AMATITAN, - JALISCO 1988	38
CUADRO No. 4 CORRELACIONES SIMPLES ENTRE CARACTE-- RES DE MEZCAL TEQUILERO. AMATITAN, - JALISCO 1988	40
FIGURA No. 1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DE AMATITAN , JALISCO 1988.	26

RESUMEN.

Con el objeto de profundizar en el conocimiento del cultivo del agave, se sometieron a un estudio los parámetros más importantes que determinan la calidad de un buen tequila como son: Grados Brix, pH, reductores totales, así como también su peso, para saber si existe influencia alguna del peso de una piña de mezcal en cuanto a sus parámetros de calidad, con la finalidad de que el presente trabajo nos sirva como base para implantar un método de selección más acorde con las características de este cultivo.

El material que se utilizó fueron 100 cabezas o piñas de Agave tequilana Weber, ya que por sus características bioquímicas es el de mayor importancia en la industria tequilera, el cual se eligió por ser material maduro listo para su procesamiento.

Una vez analizado se encontró que existía una heterogeneidad tanto en su peso, precocidad y en menor proporción en su contenido de grados Brix, pH, y reductores totales.

Al ser sometido a un análisis de correlación se encontró que no existe correlación entre ellas; por lo tanto son independientes, deduciendo con esto que el peso no tiene nada que ver con la calidad de la cabeza. Por lo que estos resultados se deben tanto a una falta absoluta de técnicas, así como también a la heterogeneidad genética existente en este cultivo ya que cuando se hace una plantación la semilla se selecciona por su fenotipo sin tomar en cuenta el genotipo de las mismas por lo que en una misma parcela e incluso en un mismo surco encontrare-

mos material con diferencia en su ciclo vegetativo y también habrá diferencia en su calidad industrial. Si a esto le agregamos que las plantaciones se establecen en terrenos de ínfima categoría, se hace evidente la necesidad de crear una técnica más acorde con las características del cultivo, que por su forma de propagarse vegetativamente tiene la ventaja que sus "hijuelos" hereden de idéntica forma los caracteres de su progenitor, siendo lo ideal hacer una selección clonal en la cual se registraría el comportamiento de la planta madre como su ciclo vegetativo, su rendimiento así como su calidad. Y así elegir el material más conveniente en base a su genotipo, eliminando la causa principal de la heterogeneidad de un cultivo, con lo que obtendríamos un ahorro económico al contar con una variedad homogénea, evitando pérdidas al desocupar un terreno a un tiempo, pues todas las plantas tendrían la misma precocidad así como su calidad industrial.

Por lo que se concluye que las condiciones actuales de las plantaciones de mezcal nos permiten la aplicación de un programa de mejoramiento genético en el cual deben tomarse en cuenta los parámetros aquí estudiados para lograr una calidad en el tequila superior a la actual.

1.- INTRODUCCION.

Actualmente no existe una tecnología propia para el cultivo del Agave ya que se ha creído erróneamente que su rusticidad es tal que puede establecerse, desarrollarse y producir con el mínimo de atenciones. Por lo que generalmente se realiza sin técnicas agronómicas adecuadas, predominando rendimientos bajos y de poca calidad industrial, justificando con ello los industriales los bajos precios al comprar, repercutiendo negativamente tanto en la producción del tequila, ya que el agave se emplea como insumo principal de esta bebida, así como la situación socioeconómica del campesino.

Por lo que se hace necesario profundizar en el conocimiento de los parámetros tanto Físicos como Físico-Químicos y su correlación entre ellos, ya que juegan un papel muy importante en la elaboración del tequila; por otra parte, de ellos dependen las propiedades características y rendimiento de dicha bebida.

Desde el punto de vista práctico en el conocimiento de tales parámetros es importante porque esto nos ayudará a establecer un programa de mejoramiento genético más eficiente, para la obtención de plantas con caracteres óptimos requeridos en la industria; siendo posible esto traerá como consecuencia un beneficio económico al sector campesino ya que también por éstos se rige el precio del Agave por lo que el beneficio sería mutuo.

De acuerdo a lo expresado se planeó desarrollar un trabajo con los siguientes objetivos:

Determinar correlaciones posibles entre peso de ca
beza y:

- a).- Grado Brix.
- b).- pH
- c).- Reductores Totales.

Planteándose la Hipótesis de que el peso tiene influencia en la cantidad de grados Brix, pH óptimo y Reductores totales.

El estudio se hizo con la finalidad de obtener información exacta de las correlaciones de los parámetros - antes mencionados con el fin de implantar un sistema de - selección en el cual estos factores estuvieran en su punto máximo.

2.- REVISION DE LITERATURA

2.1. Descripción Botánica.

El Agave tequilana Weber (Mezcal tequilero) pertenece a la familia de las Agavaceas y tiene por pariente lejano "Filogenia" a las Bromeliaceas; la similitud con éstas ha hecho suponer erróneamente que se trata de la misma familia; así mismo se ha querido clasificar como una cactacea y en el pasado se ha clasificado a esta planta entre las familias Amarilidaceas y Liliaceas pero finalmente se encontró un taxón propio (Sierra 1973).

El agave es una planta monocotiledonea y la raíz sigue un curso horizontal casi paralelo a la superficie, en raíces primarias de las que se derivan vellos y alcanzan a cubrir una distancia de 1.20 a 1.50 mts. de la planta. En realidad la raíz primaria es un rizoma.

No existe una raíz vertical abajo de la planta - - pues a partir de 10 a 20 cm. se producen derivaciones horizontales. El diámetro de los rizomas es de 2 a 5 mm. - con una apariencia de color cafésosa; las raíces se propagan en todas direcciones, es decir, en un sentido radial.

De los rizomas se deriva infinidad de vellos de un diámetro que varía de 1 a 2 mm. Estos vellos constituyen el vehículo por medio del cual la planta absorbe el agua y los nutrientes del suelo. A medida que la planta va creciendo los vellos van desapareciendo. En general la raíz del mezcal requiere de un suelo bien aireado y drenado. Otra particularidad es que el suelo no debe ser ácido y la ausencia de calcio inhibe el desarrollo de la --

raíz y por lo tanto de la parte vital por el crecimiento y desarrollo del agave.

De los 8 ó 10 rizomas que aparecen en la planta em-
piezan a brotar hijuelos a partir del segundo o tercer -
año dependiendo del desarrollo de la planta. Esto depen-
de de la capacidad de la planta para suministrar_
nutrientes. A medida que transcurren los años los -
hijuelos serán menores en cantidad por lo que sólo
se aprovecha de 10 a 15 hijuelos por planta que -
serán del segundo al cuarto año; a partir del --
quinto año se acostumbra a desechar los hijuelos -
ya que no tienen las características necesarias de un -
buen agave, además de que es necesario acelerar la madu-
ración del agave, cosa que se retarda al estar suministrando_
energía a la producción vegetativa.

El tronco del mezcal es el eje al que están unidas
las hojas formando una corona sobre el tronco; casi a ni-
vel del suelo se empieza a desarrollar la "Piña" del mez-
cal y en donde la planta genera los almidones que en la -
industria se convierten en azúcares.

El punto de crecimiento del mezcal es el cogoyo si-
tuado sobre el vástago. Las vainas se van abriendo paula-
tinamente en forma radial. El crecimiento de las hojas -
se efectúa en la base; junto al tronco las hojas de mez-
cal tienen espinas; esto no es común en todas las espe-
cies.

El agave florece una vez en su vida, después de lo
cual muere; al octavo o noveno año aparece el vástago en
el lugar del cogoyo que puede elevarse de 3 a 5 m. para -
producir la flor y la semilla. La flor es de un color -

verdoso y se desarrolla en forma agrupada en varias ramificaciones. Una planta puede tener de 400 a 500 flores - de las cuales sólo la mitad son fecundadas.

Las partes de la flor del mezcal emergen sobre el ovario, por lo que una flor rectilínea también es hemafrodita. La polinización se efectúa por medio de insectos y el viento. La floración dura de 2 a 3 semanas.

Una vez que ha tenido lugar la polinización a las dos o tres semanas después se empieza a desprender y caer la cápsula.

La fruta o cápsula de la semilla es de forma ovooidal, de unos 2 cm. de diámetro y de 2.5 a 3 cm. de largo; la cápsula se abre al cabo de 5 ó 6 meses después de la polinización.

La floración del mezcal es más frecuente verse en aquellos que crecen de manera silvestre (Osawa 1976).

Por los siguientes datos característicos se distingue un mezcal maduro: Hojas de 8 a 12 cm. de ancho, verde claro, blanco azulado, gris glucoso, inflorescencia - hasta donde se conoce grande difusa, planta surculosa, -- crecimiento radial de 1.2 a 1.8 mts. de altura, con pencas cortas y anchas de 8 a 12 dm. de largo en la madurez, lanceoladas acuminadas, fibrosas, firmes, ensanchadas rigidamente, principalmente cóncavas, ascendiendo a la horizontal, glucoso azul o verde gris, margen recto ondulado o curvado. (Gentry H.S. 1982)

2.2. Condiciones Ecológicas.

El agave se encuentra dentro de las siguientes - - coordenadas: latitud norte $19^{\circ}36'$ y $21^{\circ}33'$, longitud oeste $102^{\circ}13'$ y $102^{\circ}19'$; la altura varía desde el nivel del mar en San Blas Nayarit hasta 2,080 en el municipio de Jesús María Jalisco.

La precipitación pluvial no es muy específica encontrándose una amplitud de variación anual, desde 513 mm. hasta 1100 mm. distribuidos fundamentalmente durante el periodo de Junio a Octubre. Las temperaturas medias anuales fluctúan desde 17°C a 27°C .

El clima varía de seco a semiseco con otoño, invierno y primavera secos, variable de templado a cálido - sin cambio térmico invernal bien definido.

Las condiciones ecológicas más importantes del país donde las plantaciones de mezcal influyen significativamente en la economía de las mismas, con repercusiones a nivel Nacional e Internacional son:

Yucatán.- Con Agave fourcroyides que procede del henequén.

México, Hidalgo y Tlaxcala.- Con Agave atrovirens produciendo el aguamiel que al fermentarse produce el pulque.

En los estados de Zacatecas y San Luis Potosí se propaga el maguey verde para la producción industrial del licor conocido como mezcal.

Jalisco, Michoacán y Nayarit.- Amplia región donde se produce el maguey empleado exclusivamente para la elaboración del tequila con gran demanda Nacional e Internacional (Gobierno Federal y Naciones Unidas - 1973).

2.3. Variedades de Mezcal

El agave más comúnmente llamado mezcal, es una - - planta Xerofila que pertenece a la familia de las agava-- ceas; del género agave se encuentran 5 especies llamadas - comúnmente:

"AZUL O AZULILLO"

Es el Agave tequilana, su área geográfica compren-- de los municipios del estado de Jalisco.

La planta se caracteriza por ser de pigmentación - azul, hojas delgadas y cuando existen condiciones muy fa-- vorables desarrolla piñas hasta de 120 kgs. El índice de azúcar alcanza 44 grados; su cabeza es esférica, sus espí-- nas laterales y su mucrom de color café oscuro en su ho-- ja que es lanceolada. Responde muy bien al riego, madura entre los 7 y 8 años. Del total de agaves de la región, - el 80% pertenece a esta especie.

"SIGUIN"

Agave cantalana, hojas verde claro de menor altura que la variedad azul, desarrolla piñas esféricas de hasta 50 kg. con alto contenido de azúcar con respecto a las -- otras variedades aunque su rendimiento y calidad de fi-- bras son bajos. Madura después de 5 años.

"CHATO O SAHUAYO"

Sus hojas de color verde claro más anchas que la - variedad azul es el Agave subtilis. Sus piñas - pueden llegar a pesar 150 kg. pero madura después de los

10 años. Su índice de dulce es de 35 grados.

"LINEÑO"

Sus hojas color verde esmeralda poco más anchas - que la variedad azul pero menos que la variedad Sahuayo . Desarrolla piñas esféricas de hasta 200 kg., madura entre los 5 y 7 años, su contenido de azúcar es bajo pero el de la fibra es alto y de poca calidad.

"RAICILLA"

Agave longisepala, hojas de color verde esmeralda muy angostas, de menor altura que la variedad azul, desarrolla piñas entre 30 y 40 kgs. (Gobierno Federal y Naciones Unidas 1974).

2.4. Prácticas Agrícolas

2.4.1. Preparación del Terreno

La siembra se efectúa ya sea en terrenos planos o en las laderas de los cerros; cuando se efectúa en terreno plano se barbecha en forma usual, semejante a la preparación de la tierra para sembrar maíz que por cierto es el cultivo asociado para los siguientes 2 ó 3 años (Osawa 1976). Cuando el mezcal se va a sembrar en ladera de los cerros generalmente se desmonta el terreno. Este trabajo generalmente se inicia con 2 ó 3 meses de anticipación al movimiento de la planta; es un trabajo en el que se cuida dejar los troncos cortados lo más bajo posible para que no obstaculice labores posteriores de limpia (Sierra 1973) y simplemente se hacen "Agujeros" en donde se pone la planta mediante un pico (Osawa 1976). Una vez hecha la plantación no deben desmontarse las barrancas o arroyos ni las pendientes con más del 20% para no provocar erosión. En este caso es menos frecuente ver cultivos asociados (Sierra 1973).

2.4.2. Roturación o Barbecho

En los terrenos que ofrecen las condiciones de bajarse con maquinaria, el barbecho debe hacerse inmediatamente después de los desmontes para dar luz y aire a la capa roturada y con ello activar la flora microbiana del suelo. En donde no es posible utilizar tractores se debe de mantener flojo el suelo y hacerse el hoyo de plantación, y en los próximos dos años las labores de limpia o deshierbes deben de ir acompañadas o simultáneas con una pica (Sierra 1973) ya que un estudio por el Ing. Toshio -

Osawa revela que las malas hierbas consumen de un 75 a - 200% más de nutrientes por unidad de peso en comparación del mezcal. El Agave no tolera el exceso de agua pero - tampoco ello es indicio de que no la ocupa. (Osawa 1976).

El pH de la tierra no debe ser menor de 6.8 ya que las pruebas hechas por el Ing. Toshio Osawa en 1974 revelan que cuando el pH está de 6.8 a 7.1 la planta se ha de desarrollado de un 20 a un 30% más que en aquellos terrenos ácidos.

2.4.3. Plantación

Generalmente la planta se obtiene a partir de hijuelos arrancados a principios de Abril y todo el mes de Mayo. Para desinfectar el hijuelo se deja arrancado y ex puesto al sol durante aproximadamente 15 días; esto se co noce como achicalar la semilla. Los hijuelos deben ser - de mezcal que han brotado del segundo al cuarto año de la madre. (Osawa 1976, Sierra 1976).

La plantación se hace manualmente pues hasta ahora no se ha desarrollado un método mecanizado.

La separación de los surcos varía 3.50 m. entre - los surcos vecinos pudiéndose hasta 3 mts.; la separación entre las plantas es de 1.10 a 1.30 mts., dando una densidad aproximada de 3,500 plantas por hectárea.

Utilizar densidades de poblaciones mayores a 3,500 por Ha. debe desecharse pues se entorpece la acción de la luz solar, el calor y por lo tanto el desarrollo de la - planta (Osawa 1976).

Después de la plantación seguirá la aplicación de fertilizantes y de herbicidas así como las labores de cultivo asociado.

Del primero al quinto año se aplicará fertilizante ya que el agave como cualquier otro vegetal necesita o depende de una nutrición adecuada para desarrollarse normalmente. Para que la nutrición sea correcta se toman en cuenta factores como la humedad del suelo, el pH del mismo, la actividad biológica y la temperatura; todos estos factores tienen influencia en el desarrollo normal de la planta (Sierra, 1973).

Ya que aparte de los tres nutrientes principales : N,P,K, existe un cuarto elemento vital "Calcio"; estos elementos actúan en la planta de la siguiente manera:

NITROGENO.

De vital importancia para la vida vegetal y animal, se localiza en las hojas y tallo. La deficiencia de este elemento altera el metabolismo provocando un bajo rendimiento en peso del mezcal.

FOSFORO.

Desempeña una de las funciones centrales del metabolismo y se encuentra en el núcleo de la célula. La ausencia de este elemento afecta en la reproducción de hijuelos, y el exceso provoca una maduración precoz afectando el peso cosechable por hectárea.

POTASIO.

Actúa como ayuda para el metabolismo de la planta; su deficiencia provoca algunas enfermedades.

CALCIO.

Constituye uno de los nutrientes principales y en la mayoría de los casos se utiliza como agente regulador del pH. Se concentra en las hojas.

MAGNESIO.

Elemento esencial que forma parte de la clorofila.

AZUFRE.

Se encuentra en las enzimas y presenta un papel importante en las reacciones de oxidación reducción.

NUTRIENTES MENORES.

De éstos el Molibdeno y el Zinc son esenciales - - mientras que el manganeso es un nutriente básico, como el Boro el cual controla el metabolismo de los carbohidratos y el cobre que en un momento dado actúa como tóxico (Toshio 1976).

También la aplicación de herbicidas es muy importante porque las malas hierbas compiten con el mezcal por luz, aire, humedad y nutrientes, además de ser hospederas de insectos que invernan en sus raíces y posteriormente - perjudican al cultivo. Siendo un hecho comprobado que al intervenir la competencia la planta se desarrolla muy len

tamente retrasándose en su ciclo y la calidad de los rendimientos de la planta cultivada son bajos.

Del primer al tercer año se harán labores de cultivo asociado, debido a que la rentabilidad de un terreno plantado con mezcal es mayor si se asocian con cultivos como avena, cacahuete, lenteja o garbanzo. Los cultivos ayudan a mantener el terreno libre de malezas, lo hacen más mullido y como en el caso de las leguminosas mejora su fertilidad. Tradicionalmente se siembra maíz entre hileras pero este cultivo es nocivo al agave por ser gran esquilante sobre todo de calcio, aunque un correcto sistema de fertilización puede asegurar buena cosecha del mezcal (Sierra 1973).

También del primero al tercer año se arrancará la planta que se llevará al vivero o se sembrará en los siguientes años; estos hijuelos que broten, se arrancarán y se tirarán, como comúnmente se conoce esta práctica se desbotarán (Sierra 1973, Osawa 1976).

La práctica del "Barbeo" se llevará a partir del quinto año ya que al hacerse en plantas jóvenes provocan que retarden su crecimiento y se hacen susceptibles al ataque de patógenos que les son sumamente perjudiciales (Osawa 1976); por esto, sólo se justifica a partir del quinto o sexto año que es cuando la planta ha llegado a su madurez debido a que de este modo se incrementa el tamaño y crecimiento de las pencas superiores como de la cabeza por lo cual también tendremos un incremento en el rendimiento de azúcares (Gentry H.S. 1982).

Del sexto año en adelante se "jimará" el mezcal ap

to para ello, es decir mezcal maduro el cual se arranca - del suelo con una "coa" y se procede a quitar las hojas o pencas hasta dejar la "piña" que se llevará a los centros de consumo (Osawa 1976).

2.5. Análisis Químico

Una vez jimado y cosechado el mezcal se envía a la fábrica en camión, del cual se tomarán tres muestras del mismo y se trasladarán al laboratorio de análisis químicos en el que se le hace un análisis para determinar los grados Brix, pH, reductores totales y sus características físicas como son peso, estado de madurez, variedad, etc. Según las características que presenten será el precio que se les asigne (Vázquez 1976), ya que también un análisis químico constituye una medida exacta de control y calidad (Osawa 1976).

Por lo que Brix, en sentido estricto, es el porcentaje, en peso, de los sólidos contenidos en una solución de sacarosa pura. El grado Brix constituye el porcentaje de sacarosa por peso que contiene una solución de azúcar puro. Se acostumbra a considerar el grado Brix como el porcentaje de sólidos o el total de sólidos que hay disueltos en el líquido, aunque en realidad esto no es cierto más que en soluciones puras de azúcar. Por acuerdo general, el Brix representa los sólidos aparentes que contiene una solución de azúcar, según se determina por uso de aerómetro Brix u otra medición densimétrica convertido a la escala de Brix (Spencer-Meade 1963), teniendo como mínimo aceptable en grados Brix de 20 y un óptimo de 35 a 40 grados Brix (*).

El pH tiene muchísima importancia por la concentración de iones hidrógenos para todos los organismos vivos, ya que un pequeño cambio de concentración de hidrógeno -

(*). Parámetros obtenidos en el laboratorio de Tequila Herradura.

puede alterar tal organismo (George Rendina 1974), siendo su óptimo en la cabeza del mezcal un pH de 4.8 a 5 y un mínimo aceptable de 4 (*).

Mientras que los reductores totales son el punto esencial de la industrialización del mezcal y la productividad tequilera (Valenzuela 1987).

Estos se basan en la prueba de Fehlin y nos indican el azúcar contenido en el agave lo cual su óptimo se encuentra de los 23 a los 28 miligramos de azúcar por cada 100 mililitros y su mínimo es de 15 miligramos de azúcar por cada 100 mililitros.

(*). Parámetros obtenidos en el laboratorio de Tequila Herradura.

2.6. Industrialización.

Considerando que la "República Mexicana" por sus condiciones ecológicas se ha ubicado como único país productor de la bebida "tequila", ocupando Jalisco el primer lugar como productor de dicha bebida y por consiguiente del cultivo del agave (SARH 1977).

La mayoría de Agave utilizado para la elaboración del tequila es el Azul o Azulillo por sus características bioquímicas (Osawa 1976), el cual una vez cosechado y jímado se envía a la fábrica partiéndose por la mitad para acomodarlo dentro de los hornos y cocerlo.

El cocimiento de las cabezas de Agave se realiza en grandes hornos que están hechos de mampostería (piedra y argamasa) con el objeto de que en su cocimiento, se conserve el sabor natural del agave.

El cocimiento de las cabezas de agave se realiza por medio de inyección de vapor de agua para obtener, de esta manera, una cocción más uniforme.

El tiempo de cocido es de 24 horas, al término de las cuales el agave ha convertido algunos de sus elementos en azúcares propios (Fructuosa); posteriormente se deja reposar 24 horas más.

Una vez que la cabeza cocida del agave se ha enfriado, se procede a desmenuzarla por medio de una desgarradora hasta convertirla en jirones (Desgarro, porción pequeña de un todo).

Inmediatamente después, pasa a los molinos donde

se extrae el jugo y se le separa el bagazo, el jugo se --
concentra en un depósito del cual pasará a las tinas de -
fermentación por medio de tuberías de vidrio especial.

En las tinas de fermentación permanecerá de 72 a -
96 horas aproximadamente donde los azúcares se converti--
rán gradualmente en alcoholes por medio de levadura que -
proviene del mismo agave convirtiendo este jugo en mosto.

Después de terminada la fermentación se realiza -
una primera destilación lenta de la cual se obtiene un -
producto no liberado totalmente de impurezas.

Para eliminar estas impurezas y fijar el grado al-
cohólico se vuelve a destilar para obtener un tequila de
óptima calidad; estas destilaciones se hacen en alambique
de olla.

Terminado el proceso de destilación el tequila se
traslada a salas de reposo en las cuales permanecerá 40 -
días en barricas de encino blanco (Tequila Blanco) y una
siguiente etapa de 30 días en pipones (Tequila blanco sua
ve).

El tequila destinado para añejamiento reposará du-
rante dos años en barricas de encino blanco; estas mismas
se utilizan para el tequila reposado que únicamente re- -
quiere un tiempo de 9 meses; el buqué y color caracte-
rístico de añejamiento se logra al estar el tequila en -
contacto con la madera de encino blanco de las barricas.

Aunque se supone que el tequila solamente tiene un
procesamiento del 30% del total de la planta según un es-
tudio de preinversión de 1973 en que nos muestra perspec-

tivas para su total aprovechamiento ya que del mezote o la cabeza es posible obtener:

1.- Material péptico proteico que puede utilizarse como fuente de nitrógeno en la dieta de los animales.

2.- Mieles fermentables necesarias para las propiedades características del tequila.

3.- Tequila aguardiente destilado con un contenido de alcohol entre 35 y 40°G.L. con un contenido 100% de azúcares derivados del Agave tequilana Weber.

4.- Proteína pura tiene un alto valor nutritivo -- cuando contiene los aminoácidos necesarios para mantener el contenido de nitrógeno en el cuerpo humano.

5.- Celulosa.

6.- Fibra larga.

Sus usos y aplicaciones se muestran en el CUADRO - No. 2, siendo estos los productos obtenibles de la industrialización del agave tequileró (Gobierno Federal y Naciones Unidas 1973).

2.6.1. Aspectos de Mercado

Aunque son varios los productos que serán posible obtener del agave es indudable que las mieles destinadas a la obtención del tequila son de mayor importancia, por la demanda Nacional e Internacional que tiene este producto como se observa en el siguiente CUADRO:

CUADRO No. 1

CONSUMO APARENTE DE TEQUILA EN MEXICO. MILES DE LITROS -
1978 A MEDIADOS DE 1988 55°G.L.

AÑOS	PRODUCCION	EXPORTACIONES	CONSUMO NACIONAL
1978	56,710	24,524	32,176
1979	54,881	23,280	31,601
1980	59,653	24,139	35,464
1981	47,980	25,942	22,671
1982	53,373	25,309	28,064
1983	62,563	28,817	33,746
1984	61,532	30,884	30,648
1985	52,992	31,076	21,926
1986	43,782	30,174	13,628
1987	56,284	33,483	22,801
*1988	30,677	20,274	10,403

FUENTE: Cámara Regional de la Industria Tequilera.

Como se observa, las exportaciones se han elevado_ debido a la gran demanda de este producto. Es de notar - que el destino de estas exportaciones se concentran entre 93 y 95% en los Estados Unidos ya que éstos reexportan el licor a otros países. El resto es destinado en orden de importancia a: Canadá, Alemania, Nueva Zelanda y Australia (1).

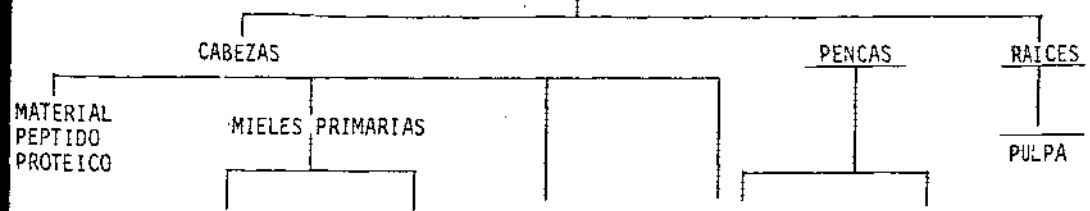
* Datos de los meses de Enero a Julio de 1988.

(1) FUENTE: Cámara Regional del Tequila, 1988.

CUADRO No. 2

PRODUCTOS OBTENIBLES DE LA INDUSTRIALIZACION DEL AGAVE TEQUILERO Y LOS USOS DEL MISMO.

AGAVE TEQUILERO



	MIELES CONCENTRADAS.	MIELES PRIMARIAS	PROTEINAS	CELULOSA	FIBRAS LARGAS	
1. Alimentos Balanceados.						
2. Laminado para recubrimiento.	1. Industria Tequilera Nacional y Exportación.	1. Tequila fabricación propia.	1. Industria Farmacéutica a. Aislamiento de aminoácidos. b. Antígenos c. Vacunas d. Sueros 2. Industria Alimenticia a. Sazonadores de alimentos b. Alimentos proteicos predigeridos. 3. Industria de los Plásticos. a. Resinas proteicas.	1. Industria Papelera. a. Papel Kraft b. Cartón c. Celofán 2. Industrias Plásticas a. Acetato b. Nitrato c. Acetato-butirato d. Propionato e. Adhesivos 3. Fibras Sintéticas a. Rayón b. Viscosa c. Acetato	1. Textil	1. Industria de la construcción a. Aislantes acústicos. b. Plafones c. Laminados. d. Empaque.

FUENTE: Gobierno Federal y Naciones Unidas 1973.

2.7. Componentes del tequila

Alcohol Etilico.

Es el constituyente principal del tequila; representa el 40 a 55% del volumen.

También se encuentran componentes necesarios y - - otros indeseables que se tratan de eliminar. Estos desempeñan un papel en razón de la concentración, pues cuando se encuentran en cantidades adecuadas añaden un sabor u - olor agradable que son los alcoholes superiores.

Alcoholes Superiores.

También llamados "Aceites de Fuesel"; ellos en comparación representan aproximadamente el 0.3 a 0.4% en peso y los principales son:

COMPUESTO.

Alcohol etílico.

Alcohol n-butílico.

Alcohol B-fenil etílico.

Alcohol hexílico.

Alcohol isoamílico.

Alcohol isobutílico.

Alcohol isopropílico.

Alcohol propílico.

Los principales del aceite fusel son los alcoholes isobutílico e isoamílico.

Metanol

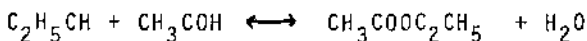
La cantidad de metanol o alcohol metílico puede lle

gar hasta 500 mlgs. por litro; algunas cantidades de metanol podrán ser detectadas en el mismo agave crudo y en diferentes concentraciones según su procedencia.

Esteres

Estos constituyen los compuestos que añaden el olor y sabor del tequila y éstos pueden formarse:

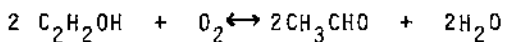
La formación de ésteres obedece a la siguiente reacción:



Aldehídos

También se forman durante la destilación y añejamiento añadiendo un olor peculiar al producto el cual no se desea; la reducida concentración encontrada hasta ahora no constituye ningún problema.

La formación de aldehídos por oxidación del alcohol:



Acidez total

Esta comprende la acidez volátil y la acidez fija.

La acidez volátil se refiere a la volatilidad en ciertas condiciones de los ácidos grasos, actuando como indicadores de descomposición, si bien a pesar de que se expresa como ácido acético en realidad comprende otros como el ácido láctico, ácido fórmico, etc.

El ácido definitivamente es necesario durante la fermentación.

La acidez fija representa en ácido tartátrico, málico, cítrico, etc. presente en el mosto.

La cantidad de tales ácidos es importante porque actúa como preservativo.

También es importante el papel que desempeña en la formación de algunos ésteres.

Un exceso de ácido provoca por otra parte un sabor en ocasiones demasiado agrio.

Otros compuestos:

En esta categoría quedan comprendidos las cenizas, furfural, azúcares, cobre, fierro y otros cationes, así como el hidroximetil furfural, el color, etc., que se encuentran presentes en algunos productos destilados.

Cambios durante el Añejamiento.

El mejoramiento que obtiene por añejamiento ha inducido a los fabricantes a adoptar esta técnica lo cual ocasiona ciertos cambios químicos aparte de la eliminación de ciertos olores o en el mejoramiento de algunas características.

En términos generales puede decirse que aumenta la concentración alcohólica, los ésteres, la concentración de aceite fusel, los aldehidos, el furfural, etc., disminuyendo el pH, lo que debe ser cuidadosamente certificado a fin de mantener algunos compuestos en los límites convenientes (Osawa 1973).

AMATITAN

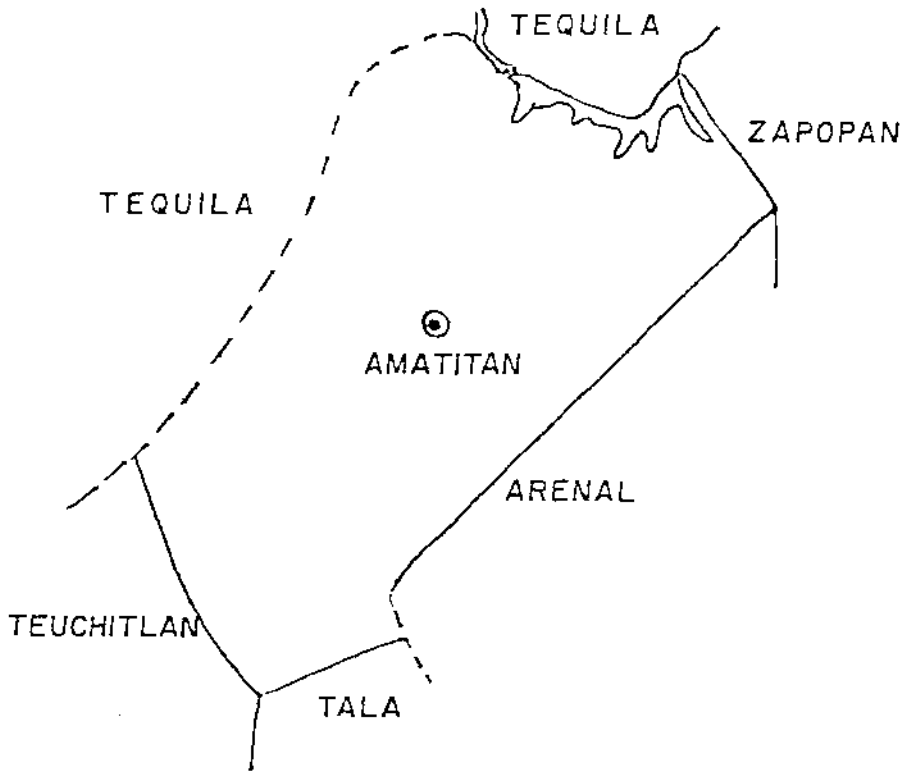


FIGURA N° 1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA DE AMATITAN, JALISCO 1988 .

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Localización geográfica y descripción del lugar:

El presente trabajo se llevó a cabo en los laboratorios de Tequila Herradura el cual se encuentra localizado en Amatitán, Jalisco. Ubicado al Este de la subregión Ameca la que se encuentra en la porción Oeste de la región central del estado; el municipio de Amatitán tiene su cabecera municipal al centro del mismo a una altitud de 1,310 m.s.n.m., una latitud Norte de 20°42'30" a 20°55'15" y longitud Oeste de 103°37'40" a 103°49'30".

El municipio de Amatitán limita al Norte con el Municipio de Tequila, al Sur con Tala y Arenal, al Este con Zapopan y al Oeste con Teuchitlán.

El municipio de Amatitán presenta un territorio de relieves un tanto irregulares predominando en la mayoría del mismo altitudes entre 900 y 1500 m.s.n.m., con excepción de la parte donde coinciden los márgenes del río grande de Santiago, con altitud entre los 600 y 900 m. s. n. m., y en extremo Suroeste donde alcanza las estribaciones del volcán de Tequila, prevaleciendo altitudes entre los 1,500 y 2,100 m.s.n.m.

Los reportes de la estación Santa Rosa clasifican al clima como semiseco, con Invierno y Primavera secos y semicálidos, sin cambio térmico invernal bien definido. Su temperatura media anual alcanza un promedio de 26.1°C. registrado como extremos una temperatura máxima de 47°C y una mínima de 3.5°C. La precipitación media anual de 951.7 mm. y régimen de lluvias en los meses de Junio y Julio.

La totalidad de su territorio está ocupado con - -
áreas con régimen pluviométrico superior a los 800 mm. -
anuales y en promedio recibe una precipitación pluvial de
951.7 mm. anuales (Vázquez 1976).

3.2. Descripción del Material Genético.

Para realizar el presente estudio, "Tequila Herradura" proporcionó 100 plantas de la variedad Agave tequilana Weber por sus características bioquímicas, que son de mayor importancia para la elaboración del tequila. -- Siendo ésta una planta xerófila, la cual se caracteriza por ser de pigmentación azul, hojas delgadas y cuando crece en condiciones muy favorables desarrolla piñas esféricas hasta de 120 kgs. de peso, su índice de azúcar alcanza los 44 grados Brix, factor de óptima importancia para su calidad tequilera. Se puede decir que su maduración es precoz ya que madura desde los 7 años y del total del agave que se cultiva se estima que más del 80% pertenece a esta popular especie.

Del peso total del agave el 60% pertenece a la cabeza o piña, que es la fuente única actual del azúcar para la elaboración del tequila. El sistema radicular forma el 5% y en la actualidad no se aprovecha en la industria excepto como fuente viva para la propagación de la especie en forma vegetativa (Gobierno Federal y Naciones Unidas 1974).

Este material fue escogido aleatoriamente, en el cual se tomaron cabezas de 4 diferentes potreros, con diferencia en ciclo vegetativo, de distintos tamaños así como de diferentes genotipos; la única condición fue de que estuvieran maduras o sea que estuvieran aptas para su industrialización. Estas se marcaron y cosecharon arrancándolas del suelo con un instrumento llamado "COA"; una vez arrancada la planta se procedió con la Coa a quitar las hojas o pencas; usualmente esta práctica se conoce -

como "jimar" hasta dejar la piña, las cuales se transportan al laboratorio para ser analizadas.

3.3. Material y Equipo Utilizado:

- 1.- 100 cabezas de mezcal.
- 2.- Báscula.
- 3.- Hacha.
- 4.- Balanza granataria.
- 5.- Reflectómetro.
- 6.- Potenciómetro.
- 7.- Plancha de calentamiento.
- 8.- Licuadora
- 9.- Extractor de jugos.
- 10.- Coladera.
- 11.- Termómetro.
- 12.- Vasos de precipitado.
- 13.- Matraz volumétrico de 50 ml.
- 14.- Matraz volumétrico de 250 ml.
- 15.- Matraz erlenmeyer.
- 16.- Pipetas de 10 ml.
- 17.- Soporte Universal.
- 18.- Bureta.
- 19.- Recipiente para baño maría.
- 20.- Bomba para extracción de ácido.
- 21.- Soluciones:
 - Agua destilada.
 - Solución buffer 7 Normal
 - Sulfato de cobre
 - Tartatro de sodio y potasio.
 - Indicador de fenoltaleína.
 - Indicador azul de metileno.

 - Hidróxido de sodio.
 - Acido clorhídrico.
- 22.- Libreta de anotaciones.
- 23.- Lápiz de cera.
- 24.- Carretilla.
- 25.- Camión para transportación de las cabezas.
- 26.- Machetes.
- 27.- Coas.

3.4. Metodología del Laboratorio:

Para la determinación de los parámetros Físicos y Físico-Químicos, los cuales fueron: Peso, grados Brix, - pH, y Reductores totales, que se realizaron en las 100 cabezas de mezcal, se procedió a pesar individualmente cada piña; así mismo se seccionaron por mitad, se toma una - muestra la cual debe ser lo más representativo de la cabeza, aproximadamente 200 gramos del mezote (parte interior de la cabeza) y 200 grs. aproximadamente de las penca (parte exterior de la cabeza).

De estas muestras se separan 100 gramos de mezote y 100 grs. de penca que servirán para determinar Brix así como pH; para el análisis de reductores se tomarán 50 gramos de mezote y 50 gramos de penca, el resto se desecha y se procede a hacer los análisis de la siguiente manera:

pH.

- 1.- Extraer el jugo de la muestra obtenida para pH.
- 2.- Pasar el jugo al potenciómetro, el cual debe de estar previamente regulado con solución Buffer 7 N, dándonos el pH de la cabeza muestreada.

Grados Brix

El jugo que se utilizó para pH nos servirá para de terminar grados Brix.

- 1.- Tomar 10 ml. de jugo.
- 2.- Aforar a 50 ml. con agua destilada.
- 3.- Tomar de 2 a 3 gotas para ser colocadas en el refrac-

tometro, el cual en su gráfica registrará una cantidad determinada, que al ser multiplicada por 5 nos arrojará el contenido de grados Brix en esa cabeza.

Reductores Totales:

- 1.- La muestra obtenida para reductores licuarla con 50 ml. de agua aproximadamente durante 7 minutos.
- 2.- Una vez licuado, colarlo.
- 3.- Aforar a un litro.
- 4.- Poner 20 ml. de esta solución en un matraz volumétrico de 250 ml.
- 5.- Agregar 50 ml. de agua destilada y 7 ml. de ácido clorhídrico.
- 6.- Pasar a baño maría a una temperatura de 65 a 70°C durante 10 minutos.
- 7.- Una vez que se deja enfriar, agregar de 2 a 3 gotas de indicador de fenoltaleína.
- 8.- Titular con hidróxido de calcio (hasta obtener una coloración rosada).
- 9.- Aforar con agua destilada a 250 ml.

Esta solución la pasamos a una bureta sostenida por un soporte universal, la cual nos servirá para titular la solución Fehling que preparemos como a continuación se describe: En un matraz erlenmeyer poner 5 ml. de sulfato de cobre más 5 ml. de tartatro de sodio y potasio, lo cual titularemos de la siguiente manera:

- a.- En una plancha previamente calentada se colocará el matraz que contiene la solución Fehling.
- b.- Cuando se encuentre en estado de ebullición, agregar lentamente la solución que se encuentra en la bureta hasta vire (de la coloración azul a una coloración rojiza).
- c.- Una vez que dé el vire, agregar de 2 a 3 gotas de indicador azul de metileno y si no vuelve a su coloración original la titulación será la correcta.
- d.- Con la cantidad que gasta para llegar a titulación se pasa a tablas con la que obtendremos la cantidad de reductores totales que se encuentran en la cabeza.*

* Metodología utilizada en el laboratorio de Tequila Herradura.

3.5. Métodos Estadísticos.

Para ver la relación existente dentro de los parámetros estudiados se aplicaron los siguientes métodos estadísticos:

Correlación. - Es la variación simultánea de 2 variables. Esto es cuando los cambios de una variable están acompañados por cambios en la otra y que existe una relación concreta entre las dos. En otras palabras, que haya una correlación entre ellas.

Cuando las dos variables cambian juntas en tal forma que un aumento en una variable se halla acompañada por el incremento de otra, se dice que las variables están correlacionadas positivamente. En cambio si el aumento de una variable coincide con una disminución de la otra, se dice que estas dos variables están correlacionadas negativamente. Si no hay relación entre las dos variables, se dice que son independientes o que no están correlacionadas.

Un enfoque más útil y más sencillo para el estudio de la variación simultánea de dos o más características, es el estudio de la Regresión, por lo que en el presente estudio se le aplicó una correlación simple en el cual las variables correlacionadas fueron :

- a) Peso de la piña.
- b) Grados Brix.
- c) Reductores totales.
- d) pH.

También de cada uno de estos parámetros se le apli

caron los siguientes métodos estadísticos:

1º Media. La media es el promedio aritmético y - el resultado cuando la suma de los valores de los individuos en los datos se dividió entre el número de individuos en los datos.

La media se denota generalmente por el símbolo μ - y está dado por:

$$\mu = \frac{\sum x}{N}$$

Donde la \sum representa la sumatoria que se toma sobre todas las N observaciones en la población.

2º Moda. La moda o modo es aquel valor de la variable que se presenta más frecuentemente.

3º Mediana. La mediana es el valor situado en la mitad de una serie; cuando las observaciones se disponen en orden de magnitud, dividen la serie en dos mitades. - La determinación de la media en este caso que es un número par de observaciones, el promedio de los dos valores centrales se tomará como mediana.

4º Desviación estándar. Esta medida de dispersión se calcula elevando al cuadrado la desviación de cada observación a partir de su media, sumando los cuadrados, dividiendo entre el número de observaciones y sacando raíz cuadrada de acuerdo con la fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\sum d^2 / N}$$

Donde σ representa la desviación estándar y donde la sumatoria se toma sobre todas las N observaciones.

5º Varianza. El término varianza se usa para denotar el cuadrado de la desviación estándar, es decir, tenemos:

$$\sigma^2 = \frac{\sum d^2}{N}$$

6º Coeficiente de variación. Una medida de variación que es independiente de la unidad de medida y que, - por lo tanto resulta útil para la comparación entre poblaciones diferentes, se da por medio de la desviación estándar expresada como un porcentaje de la media. Esta medida se conoce como coeficiente de variación y está dado - por:

$$C.V. = \frac{\sigma}{\mu} \times 100$$

(V.G. Panse y P.V. Sukhatme 1963).

Por lo que con estos métodos estadísticos realizados pudo deducirse la hipótesis planteada de que el rendimiento tiene influencia en la cantidad de grados Brix, pH y cantidad de reductores totales contenidos en una cabeza de mezcal.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Dentro del presente trabajo se analizaron en cien cabezas de mezcal los siguientes parámetros: a) peso de cabeza, b) grados Brix, c) pH, y d) reductores totales. Estos datos se muestran en el CUADRO 1 del apéndice.

A cada uno de estos parámetros se les estimó su: - media, moda, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación; estos resultados se muestran en el siguiente CUADRO:

CUADRO No. 3

RESULTADOS ESTADISTICOS. AMATITAN, JALISCO 1988.

	PESO KG.	GRADOS BRIX	pH	REDUCTORES
MEDIA	36.949	36.28	5.08	22.01
MODA	42.000	36.00	5.09	23.90
MEDIANA	34.450	36.00	5.06	22.82
DESVIACION ESTANDAR	268.254	10.05	0.04	27.67
VARIANZA	16.378	3.17	0.20	5.26
COEF. DE VAR.	44.327%	8.74%	3.99%	23.90%

En lo referente a peso de piña se observa una media de 36.949 kg., teniendo una fluctuación que va de los 4.9 kg. hasta los 101.60 kg. distribuyéndose el grueso de la muestra entre los 20.5 kg. hasta los 53 kg.

Se detectó una variación del 40.3272%, lo cual indica posibilidades importantes para programas de mejoramiento genético ya que existe mucha variabilidad genética que posiblemente pueda ser utilizada con éxito. Es necesario recordar que el aspecto fenotípico de una planta es el resultado de la suma de sus efectos genéticos, del medio ambiente y de su interacción genético-ambiental. Por lo tanto, la variación observada implica los tres componentes señalados.

Un tema que no se ha tocado en este trabajo es el relativo a la precocidad, ya que existe una gran variabilidad en las plantaciones de mezcal, lo que provoca que la cosecha sea heterogénea en cuanto a la época. De acuerdo a numerosos trabajos de investigación estos dos caracteres (peso y ciclo vegetativo) están relacionados de tal forma que una planta precoz rinde menos que una planta tardía; esto se aprecia también en Agave tequilana W.

En lo referente a grados Brix se encontró: una mayor homogeneidad ya que su coeficiente de variación fue del 8.738992%, se detectaron muestras desde 29 hasta 42.5 grados Brix, siendo aceptable en la industria. Sin embargo, Vázquez (1976) ha indicado, que con una selección más adecuada del material genético utilizado, podría lograrse incrementar hasta 44 los grados Brix, y que de lograrse esto, sería en beneficio de la industria tequilera y del campesino principalmente, ya que dependiendo del conteni-

do de grados Brix se le asigna el precio al mezcal.

Es necesario comentar que de la concentración de - grados Brix depende principalmente la calidad del tequila.

El pH se mostró con mayor uniformidad, su coeficiente de variación fue de 3.9% y tanto la media aritmética como la mediana y la moda tuvieron valores de 5.

En cuanto a reductores, punto esencial de la industrialización del mezcal y la productividad tequilera (Valenzuela 1987), se detectó bastante heterogeneidad siendo de suma importancia este dato, por la factibilidad de respuesta en mejoramiento genético.

4.1. Correlaciones

Los parámetros analizados se sometieron a un análisis de correlación simple con lo que se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO No. 4

CORRELACIONES SIMPLES ENTRE CARACTERES DE MEZCAL TEQUILER-
RO, AMATITAN, JALISCO 1988.

PARAMETROS	COEF. DE CORR.
PESO - GRADOS BRUX.	0.173
PESO - pH	0.085
PESO - REDUCTORES	0.100
G. BRUX - pH.	0.001
G. BRUX - REDUCTORES	0.658
pH - REDUCTORES	0.081

Como se observa los coeficientes de correlación - nos indican que la relación existente entre las variables en estudio es prácticamente nula, exceptuando la mostrada entre grados Brix y reductores totales; esto debido a que los grados Brix son los sólidos contenidos en una solución de sacarosa, y los reductores totales son los azúcares - que contienen una cabeza de mezcal.

4.2. Aplicación en Mejoramiento Genético

Se detectó una gran variabilidad en los muestreos_ efectuados, principalmente en precocidad, tamaño aparen-- te, peso y calidad industrial, lo cual marca claramente - la posibilidad de éxito en programas de mejoramiento gené- tico, principalmente al hablar de la metodología conocida como Selección clonal.

Es importante señalar que para el Gobierno Federal y Naciones Unidas (1974) las zonas mezcaleras se establecen en suelos de últimas categorías agrológicas, incapaces de sostener otro cultivo; las labores culturales que_ se le aplican son con mucha irregularidad al grado de que pasan varios años sin efectuarse. De la misma forma se - ha detectado que la fertilización que se aplica es mínima y el mezcal al igual que otra planta requiere de nutrientes para desarrollarse.

De forma irregular se maneja el aspecto de repro-- ducción, ya que se basa en la obtención de hijuelos de - plantas de tres años de edad aproximadamente, tomando en cuenta únicamente el tamaño de los hijuelos, pero descono- ciendo su calidad genética y precocidad, así como las cua- lidades químicas importantes en la elaboración de tequila.

Lo anterior sugiere la obtención de variedades clones uniformes, tanto en precocidad (ciclo vegetativo) - como en peso (x), y los otros caracteres importantes (grados Brix, pH, reductores totales). Con esta medida se utilizarían materiales prácticamente de un solo genotipo (por variedad), facilitando la cosecha en una época determinada, obteniendo una mayor eficiencia productiva.

5. CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos en el presente estudio, y de las condiciones experimentales en que se desarrolló, se derivan las siguientes conclusiones:

- 1º Entre los parámetros estudiados como son peso de la piña, pH, grados Brix y reductores totales se encontró - que no existe correlación alguna significativa, excepto entre grados Brix y reductores.
- 2º La correlación existente entre gados Brix y reductores totales se debe a que grados Brix son los sólidos contenidos de una solución de sacarosa y los reductores - totales son los azúcares que contiene la cabeza de mezcal.
- 3º La variabilidad existente en plantaciones de mezcal se debe por un lado a la parte de técnica existente en - este cultivo, y por otro al factor genético, debido a que las plantaciones actuales de mezcal son de distintos fenotipos; de ahí su gran heterogeneidad.
- 4º Las condiciones actuales de la plantación de mezcal -- tequilero permiten la aplicación de métodos de mejoramiento genético, con el objetivo de lograr variedades_ que permitan un uso más eficiente de la tierra.
- 5º En los programas de mejoramiento genético de Agave deben tomarse en cuenta los parámetros aquí estudiados , con el objeto de seleccionar aquellos materiales que - permitan una mejor calidad tequilera.

6. BIBLIOGRAFIA.

- GENTRY, H.S. 1982. Agave of Continental North America, -- Univ. of Arizona Press. Tucson Arizona.
- GOBIERNO FEDERAL Y NACIONES UNIDAS. 1973. Industrialización del Agave. Asistencia técnica. Edo. de Jalisco.
- GOBIERNO FEDERAL Y NACIONES UNIDAS. 1974. Programa para establecer y rehabilitar plantaciones de Agave. Asistencia Tec. Guadalajara, Jalisco.
- OSAWA, TOSHIO 1976. El mezcal, ideas sobre su mejoramiento y técnicas de control. Apuntes mimeografiados. México D. F.
- PANSE, V.G.; SUKHATME, PH. 1963. Métodos estadísticos para investigadores agrícolas. Fondo de Cultura Económica. México D. F.
- RENDINA GEORGE 1974. Técnicas de bioquímica aplicada. México, D. F.
- S.A.R.H. 1977. Programa integral para evaluar la situación actual de la producción e industrialización del Agave. Depto. de Programación y Desarrollo. Edo. de Jalisco.
- S.A.R.H. 1979. Situación actual del cultivo en el estado de Jalisco. México. Asistencia técnica.
- SIERRA, B.R. 1973. Cultivo del Agave tequilero. Edición técnica, Guadalajara, Jalisco.

SPENCER-MEADE 1963. Manual de azúcar de caña.

VALENZUELA ZAPATA, A.G. 1987. La poda en el agave tequilero (Agave tequilana Weber) y su influencia en la productividad. Tesis Guadalajara, Jalisco.

VAZQUEZ VALDEZ, P. 1976. Proyecto de instalación e industrialización del mezcal (Agave tequilana) - Tesis Guadalajara, Jalisco.

7. A P E N D I C E

CUADRO No. 1
 RESULTADOS DEL LABORATORIO. AMATITAN, JALISCO. 1988 .

RENDIMIENTO KG.	GRADOS BRIX	pH	REDUCTORES
21.80	36.000	5.14	27.800
24.90	36.000	4.86	23.900
21.60	34.500	4.80	17.410
75.60	36.000	5.03	21.870
67.20	36.500	5.02	23.360
40.80	29.000	5.22	12.540
35.30	32.500	5.80	17.410
30.80	31.000	4.98	14.270
13.40	31.000	5.22	21.420
21.60	30.000	5.22	16.310
27.50	37.500	5.08	10.450
32.70	35.000	5.14	10.200
23.20	36.000	5.14	12.240
29.60	36.000	5.18	16.830
4.90	31.000	5.25	10.200
16.40	31.000	5.23	13.020
13.60	35.000	5.04	19.020
28.60	29.000	5.09	10.200
19.00	32.500	5.10	16.830
15.20	34.000	5.09	19.770
25.60	36.000	5.06	20.160
101.60	35.000	5.06	14.470
37.60	32.500	5.13	19.770
43.00	36.000	5.17	22.820
44.80	34.000	5.17	23.360
65.00	34.000	4.94	16.830
18.20	36.000	5.05	23.900

RENDIMIENTO KG.	GRADOS BRIX	pH	REDUCTORES
74.80	36.000	5.13	17.120
46.20	37.500	4.60	23.900
55.40	33.000	4.85	19.380
19.40	32.500	4.90	33.300
21.10	35.000	5.12	21.420
20.60	36.000	5.23	23.900
36.40	37.500	5.41	23.900
16.00	39.000	5.41	24.500
30.00	34.000	5.41	24.500
30.00	37.500	5.35	28.650
26.80	36.000	5.35	19.020
36.00	32.500	5.39	17.120
26.80	34.000	5.36	23.900
22.60	37.500	4.98	21.870
46.60	34.000	5.03	14.270
17.90	32.500	5.00	17.710
36.00	35.000	5.05	19.380
58.80	30.000	5.04	15.810
50.00	40.000	5.21	28.650
31.20	38.000	5.09	23.390
31.20	35.000	5.08	20.980
22.60	36.000	5.05	23.360
62.40	37.500	5.14	22.820
59.00	40.000	4.83	31.200
65.00	41.000	4.89	30.350
56.00	37.500	4.91	21.870
42.00	37.500	5.05	26.400
56.00	36.000	5.05	28.650
9.10	29.000	4.76	16.570
8.10	35.000	4.66	26.400
46.00	37.500	4.75	27.800

RENDIMIENTO KG.	GRADOS BRIX	pH	REDUCTORES
42.00	40.000	4.81	26.400
30.00	40.000	4.96	25.750
40.80	40.000	4.85	24.800
56.00	35.000	5.10	15.570
31.00	40.000	5.10	24.500
43.40	35.000	5.20	19.020
45.60	38.000	5.25	26.400
24.00	42.500	4.91	27.800
37.00	40.000	5.04	25.100
27.00	39.000	5.00	23.900
42.00	36.000	5.09	17.120
38.60	37.500	5.13	25.750
32.40	43.000	5.42	29.500
32.60	41.000	5.43	23.900
31.00	39.000	5.46	20.160
42.00	41.000	5.60	30.350
29.40	40.000	5.59	22.820
30.60	38.000	5.09	31.200
31.80	41.000	4.98	24.500
49.40	39.000	5.07	25.100
41.00	41.000	5.00	29.500
47.00	40.000	5.01	32.250
42.80	38.000	5.25	22.820
65.80	38.000	5.11	24.500
36.40	40.000	5.09	30.350
61.00	37.500	5.17	27.800
51.00	36.000	5.20	20.570
22.00	39.000	4.78	25.750
32.00	36.000	4.83	21.870
46.00	35.000	4.87	18.020



ESCUELA DE AGRICULTURA

BIBLIOTECA

RENDIMIENTO KG.	GRADOS BRIX	pH	REDUCTORES
23.00	35.000	4.90	19.380
41.40	37.500	4.94	24.500
33.00	33.000	4.90	20.160
54.80	36.000	4.92	21.870
43.20	34.000	4.89	15.810
33.60	37.500	4.90	23.900
27.60	36.000	4.94	17.410
54.40	32.500	4.88	24.500
40.00	37.000	4.94	24.500
43.00	42.500	4.97	23.360
24.40	39.000	4.99	22.340
35.40	40.000	4.99	25.750