

P-233

1998 B

696004559

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD
MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL



**LOS CRISTALES DE OXALATO DE CALCIO DE
Agave tequilana L. var. Weber COMO AGENTE CAUSAL
DE LA DERMATITIS POR CONTACTO EN PERSONAL
EXPUESTO. "OCTUBRE - NOVIEMBRE 1999"**

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
P R E S E N T A :
MARIA LORENZA SALINAS BÁRCENA
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JALISCO, MARZO 2000

“Los seres humanos son el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible, tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza”

LUGAR DE REALIZACION DE LA PRESENTE TESIS

**Fábrica La Rojeña
Domicilio conocido
Tequila, Jalisco. México**

**Laboratorio 24
Departamento de Química. Edificio I.C.E.T.
Universidad Autónoma de Guadalajara
Guadalajara, Jalisco. México**

AGRADECIMIENTOS

A todos los maestros y compañeros de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental de la generación 1996-1998.

A todos los participantes y colaboradores que apoyaron la realización de este trabajo de investigación.

A Casa Cuervo, quien apoya la investigación con el objetivo de colaborar con la comunidad científica y mejorar la calidad del tequila.

En especial a:

**Dr. Tetsuya Ogura Fujii
Director**

**Dr. en Cs. Francisco Trujillo Contreras
Asesor**

**M.C. Martha Georgina Orozco Medina
Asesor**

**M.C. Yolanda Sánchez de la Puente
M.V.Z. Oscar González Castellanos
Lic. Héctor del Razo Barrón
M.C. Guadalupe Garibay Chavéz**

MIL GRACIAS !

DEDICATORIAS

Doy gracias a Dios, por haberme permitido llegar a este día.

Doy gracias a todas las personas que están cerca de mí y que me apoyan para realizar este y muchos trabajos más.

A la memoria de mi padre Lic. Raúl Salinas González (q.p.d).

Y a la todos mis amigos que se me han adelantado en el camino .

A mi madre y hermanos.

Mil gracias a todos!

	5.1. Antecedentes Históricos de Tequila, Jalisco.	
	5.2. Aspectos Geográficos.	
	5.3. Aspectos Demográficos.	
	5.4. Aspectos Sociales.	
	5.5. Aspectos Agropecuarios.	
	5.6. Aspectos Económicos.	
	5.7. Historia de la fábrica La Rojeña.	
VI	HIPOTESIS	30
VII	METODO.....	31
	7.1. Material y equipo.	
	7.2. Diseño experimental.	
	7.2.1. <u>Localización de los cristales de oxalato de calcio en diferentes partes de la piña de agave.</u>	
	7.2.2. <u>Obtención de los cristales de oxalato de calcio.</u>	
	7.2.2.1. Proceso de extracción de los cristales de oxalato de calcio.	
	7.2.2.2. Manufactura de parches de polietileno.	
	7.2.2.3. Aplicación de los cristales de oxalato de calcio sobre el parche.	
	7.2.3. <u>Prueba de sensibilización (Prueba de Patch o del parche.</u>	
	7.3. Modelo estadístico.	
VIII	RESULTADOS.....	36
	8.1. Localización microscópica.	
	8.2. Método de obtención.	
	8.3. Aplicación sobre el parche.	
	8.4. Encuestas.	
	8.5. Prueba de sensibilización.	
	8.6. Análisis estadístico.	

IX	DISCUSION.....	53
X	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
XI	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	61
XII	GLOSARIO.....	64
XIII	ANEXOS.....	68

13.1. Carta de consentimiento.

13.2. Encuesta.

13.3. Carta de aceptación del proyecto.

RESUMEN

El *Agave tequilana* L. var. Weber juega un papel muy importante para los trabajadores de campo, tanto en el aspecto económico como de su salud, ya que económicamente el cultivo del agave y la industrialización del tequila representan una fuente de ingresos para miles de personas.

Se reportan 33,000 trabajadores del campo dedicados al cultivo del agave y otros más que participan en los procesos de recepción y procesamiento de materia prima durante el proceso de industrialización; todos expuestos a sufrir daños en su piel por tener contacto cotidiano con esta planta. A pesar de ello, no existen estudios, reportes o investigaciones en este sentido, motivo por el cual esta investigación se inicia con el apoyo de Casa Cuervo S.A de C.V. industria preocupada por el bienestar de todos y cada uno de sus trabajadores.

El estudio se realizó entre los trabajadores expuestos de la de planta La Rojeña, ubicada en Tequila, Jalisco, durante el período octubre-noviembre de 1999 y consistió en aplicarles la prueba del parche que contenía cristales de oxalato de calcio aislados y purificados mediante una técnica desarrollada en esta investigación; con el objetivo de demostrar que producen dermatitis en la piel de trabajadores expuestos por el contacto cotidiano con el *Agave tequilana* L. var. Weber.

Se encontró que los cristales de oxalato de calcio se localizan en mayor cantidad en la base de las hojas y hojas de la planta.

Los cristales de oxalato de calcio causaron daño en la piel de la parte anterior del brazo derecho y en la parte posterior del antebrazo derecho de algunos de los trabajadores a los que se les aplicaron parches.

El 94% de los trabajadores entrevistados señalaron que no asisten al médico por lesiones ocasionadas por contacto con agave.

De acuerdo al método descrito para el aislamiento de los cristales de oxalato de calcio y mediante la prueba del parche se logró demostrar el efecto directo de los cristales de oxalato sobre la piel de los trabajadores observándose lesiones dérmicas en su piel.

I INTRODUCCION

Es de todos conocido desde tiempo inmemorial, que las plantas han jugado un papel importante para la salud y la economía de todos los pueblos.

De suma importancia es para la agricultura en el estado de Jalisco y el cultivo del agave azul, *Agave tequilana* L.var. Weber, fuente de materia prima para la elaboración del tequila. Su industrialización se inició dos siglos atrás, llegando estos últimos años a cobrar una vital importancia ya que su cultivo y procesamiento juegan un papel muy importante para la región como una fuente de ingresos para cada familia que participa tanto en las labores de campo como en las fases de elaboración del tequila, viéndose favorecida la economía del país con los ingresos que dicha actividad genera.

Se visitó la fábrica la Rojeña ubicada en Tequila, Jalisco con el objeto de conocer el proceso de industrialización del tequila y al explicar paso a paso el proceso para la obtención del tequila: recepción, procesamiento de materia prima, cocción, fermentación y destilación, se observó que los trabajadores que hacían las labores de recepción y procesamiento de materia prima presentaban en sus muñecas y cuello, comezón irritación y pápulas, mientras que el demás personal no las tenía.

Se visitó a los trabajadores del campo, donde ellos explicaron paso a paso las etapas del cultivo del campo: producción, preparación del hijuelo, plantación y jima; señalando que sufren las lesiones dérmicas cotidianas en su piel al tener contacto con la piña o cabeza de agave y el jugo de esta o de sus hojas.

Previamente a las visitas al campo y a la fábrica, se tuvo la experiencia personal en el laboratorio, al manipular el agave, en las manos, aparecía una intensa comezón, enrojecimiento y pápulas, al momento de observar tal fenómeno se pensó la existencia de un mecanismo de defensa muy propia del agave hacia los depredadores de ella.

Sin embargo, ante estos hechos no existía explicación alguna, no hay estudios anteriores, ni reportes que pudieran señalar la causa del daño a la piel de los manipuladores del agave. En la visita al Instituto Dermatológico de Occidente en 1997, los especialistas señalaron a través de datos estadísticos solamente el número de personas afectadas por dermatitis por contacto, sin mencionar las causas de estas afecciones.

Es por ello que este trabajo se inició con la idea de identificar la causa de uno de los problemas más importantes de salud ocupacional que afecta a los trabajadores que manipulan *Agave tequilana* L. var. Weber tanto en fábricas como en las diferentes etapas de cultivo en el campo.

Con este estudio se pretendió identificar la causa de la dermatitis irritante producida por el *Agave tequilana* L. var. Weber y para lograr este objetivo fue indispensable desarrollar una técnica de extracción para los cristales de oxalato de calcio y una vez obtenidos se aplicaron a través de pruebas del parche en trabajadores de la fábrica La Rojeña, ubicada en Tequila, Jalisco.

II JUSTIFICACION

Los trabajadores del campo y los dedicados a la industrialización del *Agave tequilana* L. var. Weber padecen de dermatitis, situación bien conocida dentro del ambiente laboral. Sin embargo nadie le ha prestado la atención ni importancia que merece este problema de salud para los trabajadores que día a día se encuentran laborando, esto es con referencia a médicos, investigadores, políticos y demás personalidades públicas que tienen en sus manos la responsabilidad de enfrentar y resolver esta problemática de salud.

Solo existe como prueba silenciosa de esta problemática, el dolor físico y moral de los trabajadores que la padecen cuando ven como aparece sobre su piel, el eritema, la inflamación, las pápulas y vesículas después de haber tenido contacto con el agave, popularmente se le conoce como "MAL DEL AGAVERO" .

Así en su entorno natural, los trabajadores se desenvuelven día a día, causándoles los efectos anteriormente mencionados.

Dentro de los diversos estudios del *Agave tequilana* L. var. Weber se encontró entre otras estructuras, la presencia de rafidios o cristales de oxalato de calcio en el interior de los tejidos del agave y sus hojas. Así, entonces, si estos rafidios fueran la causa, los trabajadores se verían mayormente afectados al realizar alguna de las siguientes labores que llevan a cabo en el campo. ^(1,2)

1. Producción.
2. Preparación de hijuelos.
 - a) Arranque de hijuelos: dejar libre al hijuelo al cortar el rizoma.
 - b) Poda de hijuelos o "barbeo de semilla": corte de hojas basales antes de enterrarlo.
 - c) Aplicación de plaguicidas.
 - d) Cicatrización de heridas en hijuelos "achicalado"
3. Plantación.
4. Cosecha del agave "JIMA"

En el campo se puede observar durante el proceso de preparación de hijuelos: arranque y poda de hijuelos o barbeo de la semilla, que el trabajador sufre un doloroso proceso al aparecerle lesiones dérmicas erosivas con prurito principalmente en cuello, brazos, torax y cara, dando lugar a un cuadro de dermatitis por contacto.

Lo anterior sucedería si las células que contienen los rafidos o cristales de oxalato de calcio al ser estresadas por efecto mecánico con el filo de un objeto cortante, escaparan y dañaran la piel. Esta explicación también serviría para todas las labores que producen estrés físico a la planta: durante la recepción y procesamiento de la materia prima por parte de obreros en el proceso de industrialización del tequila.

Ahora el paso más importante a seguir es especificar la influencia que tienen los cristales de oxalato de calcio del *Agave tequilana* L. var. *Weber* en el desarrollo de la dermatitis por contacto entre los trabajadores del agave. Por lo que fue indispensable encontrar una técnica adecuada para el aislamiento y purificación de los cristales de oxalato de calcio.

Una revisión exhaustiva de la bibliografía señala que algunas plantas, incluyendo esta especie, presentan cristales de oxalato de calcio ⁽²⁻¹⁹⁾ en su estructura celular considerando su presencia como un mecanismo de defensa y mencionándolos como agentes causales de la dermatitis irritante. ^(2,8,10,21)

Actualmente se desconoce al agente causal de la dermatitis de contacto producida por el agave. ¿Los cristales de oxalato de calcio podrían ser el agente etiológico y/o el agente desencadenante del mencionado padecimiento.?

Sin embargo no hay estudios anteriores que señalen al cristal de oxalato de calcio como agente causal de la dermatitis irritante por el *Agave tequilana* L. var. *Weber*, esta acción de la naturaleza se convierte en un problema de salud ocupacional para todos los manipuladores de esta planta, razón por la cual se desarrolla el presente trabajo con el objeto fundamental de determinar la influencia que tienen los cristales de oxalato de calcio de esta planta en el desarrollo de la dermatitis irritante.

En este sentido, el problema de salud ocupacional es un campo de acción dentro del área de la salud ambiental en el que participan elementos multidisciplinarios promoviendo la acción entre áreas científicas y operativas desde la promoción hasta la prevención y control de este problema específico.

Por lo tanto este estudio se enfoca a probar que los cristales de oxalato de calcio en el agave son los agentes causales de la dermatitis por contacto en los humanos.

III OBJETIVOS

3.1. General.

Determinar la influencia que tienen los cristales de oxalato de calcio del *Agave tequilana* L. var. Weber en el desarrollo de la dermatitis irritante de contacto.

3.2. Particular.

- 3.2.1. Ubicar la distribución de los rafidios o cristales de la piña del *Agave tequilana* L. var. Weber.
- 3.2.2. Aislar y purificar los cristales de oxalato de calcio a partir de *Agave tequilana* L. var. Weber.
- 3.2.3. Realizar pruebas de sensibilidad cutánea en sujetos expuestos por medio de la Prueba del parche.
- 3.2.4. Contribuir a la prevención de riesgos en el ambiente laboral que posibiliten el desempeño del trabajador en condiciones más seguras y de calidad.

IV MARCO TEORICO

4.1. Antecedentes.

4.1.1. Antecedentes Internacionales.

A pesar de que las especies de agave se originaron en México estas se encuentran distribuidas ampliamente, según reporte de Cassiano, 4 especies de agave han sido reproducidas en otros lugares del mundo: *A. merschaffeltii*, Lem en Europa; *A. huachucensis*, Baker en el sudeste de Arizona; *A. picta* en América y Europa y el *A. americana* en la cuenca del Mediterráneo.⁽²²⁾ En su obra Hay (1976), describe que con excepción de *A. americana* que las demás especies florecen raramente en España septentrional, aunque sí en Cataluña, Andalucía, Murcia, Baleares, Canarias y Valencia. *A. angustifolia* se reporta cultivado en la India y el *A. parviflora* en Arizona.⁽²³⁾

Algunos agaves se distribuyen al sur de Estados Unidos tal como lo señala Reichenbacher (1985) ubicando la presencia de *A. arizonica*, *A. utahensis*, *A. parviflora* y *A. glomeruliflora* en Arizona.⁽⁶⁾

De relevante importancia es el reporte realizado por Brazzelli y col. (1995) en Italia, presentando evidencia de la fitodermatitis irritante por contacto producida por *A. Americana*, var. *variegata*.⁽²¹⁾

Así mismo Khan (1995) señala que desde hace aproximadamente 13 años se inician investigaciones importantes en el mundo refiriéndose a los cristales de oxalato como estrechamente unidos a las irritaciones en la piel señalando el tamaño del cristal y las toxinas con que se encuentra asociado.⁽¹⁰⁾

La fitodermatitis irritante de contacto es un problema de salud mundial, se encuentran reportes de casos en las clínicas dermatológicas de todos los países del mundo y se reportan casos asociados a múltiples especies de plantas, sin embargo después de una cuidadosa búsqueda bibliográfica no se encontraron estadísticas de casos y/o sus agentes etiológicos para la dermatitis ocasionada por el agave, mostrando esto el reflejo de la falta de importancia hacia la salud ocupacional de los manipuladores de la agave.

Posiblemente hasta hoy en día sea un problema que empieza a llamar la atención de los grupos de investigadores de cada país. Los resultados que arrojará el presente estudio, podría reflejar la situación de otros países que cultivan otras especies que contienen cristales de oxalato de calcio y son utilizadas como materia prima para la fabricación de productos comerciales.

Salinas y cols. (1997) han estudiado la especie de *Agave tequilana* L. var. Weber señalando el uso de esta como fuente de carbohidratos para la fabricación del tequila y miel de agave. ⁽²⁴⁾

De acuerdo al reporte del Consejo Regulador del Tequila la producción y destino del Tequila de enero a diciembre de 1998 señala un total de: 169,761,419 L. de los cuales 86,533,996 L. fueron exportados. Hacia Estados Unidos 69,326,338 L. y el resto hacia Europa, América Latina, Asia y otros países. De consumo nacional se tuvieron 287,198 L. ⁽²⁵⁾

4.1.2. Antecedentes Nacionales.

Actualmente de acuerdo con el Séptimo Censo Agropecuario de Estadística de los Estados Unidos Mexicanos de 1991, el uso del suelo en la República Mexicana esta distribuido en 4,407,880 unidades de producción con una superficie total de 108,340,085 Ha, de las cuales el 62.1% corresponde a cultivo de pasto natural, 8.1% para bosque o selva, 1.1% de superficie sin vegetación y el 28.7 % a la superficie de labor. Las entidades que poseen las mayores entidades de labor fueron 10.1% para Veracruz, 7.9% para Chiapas, Tamaulipas 7.6%, Jalisco 5.5% y Oaxaca 7.7%.

De lo anterior se desprende que en el país existen 3,801,333 unidades de producción rural con superficie de labor, de las cuales 31,104,451 están distribuidas en 5,616,757 hectáreas (Ha) de riego y 25,487,695 Ha de temporal. Las entidades donde se concentran mayores superficies de temporal son: Veracruz 11.8%, Chiapas 9.4%, Tamaulipas 7.3%, Jalisco con 7.9% y Oaxaca 5.4%.

Por ende en México se cuenta con un total de 10,017,313 Ha cubiertas de cultivo perenne, de los cuales se destaca 62% para pasto cultivado, magueyes 1%, coco 2%, caña de azúcar 6%, café 8%, alfalfa 2%, plátano 2% y 11% en otros cultivos donde podemos situar al agave. ⁽²⁶⁾

Freeman y cols. (1985) reportan otras especies de agave distribuidas en México, este es el caso del *Agave lechuguilla*, planta característica del desierto de Chihuahua, que crece desde la parte central de México hasta el sur de Nuevo México comprendiendo los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí, su fibra es muy utilizada para fabricar costales tejidos, alfombras y tapetes. ⁽²⁰⁾

Burgess (1985) por su parte, reporta en Baja California la presencia de *A. cerulata*, *A. deserta* y *A. Sobria* ⁽²⁷⁾

En el desierto de Sonora se pueden localizar algunas otras especies de agave tales como: *A. zebra*, *A. coloraba*, *A. deserti* y *A. crulata*. ⁽²⁸⁾

La península de Yucatán, de acuerdo a Cruz y cols. (1985) empezó a ser el mayor productor de fibra a partir del cultivo de henequén y fue una industria con un gran auge, pero empezó a desaparecer al aparecer las fibras sintéticas, esta zona henequenera y su industrialización representaba la subsistencia para 60,000 familias.

Los agaves juegan un papel muy importante tanto ecológica como económicamente para San Luis Potosí y Zacatecas, debido a la producción del mezcal a partir de *A. salmiana* también comúnmente llamado maguey verde. ⁽²⁹⁾

Bahre y Brambury (1980) señalan al tequila "como el más famoso mezcal, mencionando que en el estado de Sonora se le conoce como bacanora y es elaborado a partir de *A. pacífica* y *A. palmeri*". El pulque se obtiene de *A. salmiana*. ⁽²⁸⁾

La industria de la elaboración de bebidas genera en el país de acuerdo a estadísticas reportadas por INEGI-1994, un total de \$ 27,370,889 miles de pesos, de los cuales \$ 810,734.4 son originados de la industria del agave, actualmente la producción de tequila esta generando 1597 empleos por año mientras que la de caña genera 719 y la de uva 462 empleos anuales. ⁽³⁰⁾

Los anteriores datos justifican la importancia económica de la industrialización del agave para nuestra región.

4.1.3. Antecedentes Locales.

a) Relativos al cultivo. El anuario estadístico de INEGI de 1998, señala que la superficie total de la producción rural por el uso actual del suelo, en el estado de Jalisco, corresponde a una labor de 35% sin vegetación, 6% de bosque, selva 7% y con pasto natural 57%. La superficie sembrada de agave corresponde al 6%. La superficie total sembrada es de 459,672 hectárea (Ha) y 1,061,849 corresponden a cultivo cíclico como maíz, sorgo, trigo, garbanzo, arroz, avena, jitomate, papa y otros. La superficie de cultivos perenes sembrados es de 397,823 Ha correspondiendo 62,108 Ha al agave y con una superficie cosechada de 5268 Ha con un valor de \$ 507,739,750 pesos.

Le siguen otros cultivos de menor superficie sembrada entre los que se encuentran mango, tuna, plátano y lima. La distribución de agave sembrado en la región de Jalisco es la siguiente ⁽³⁰⁾:

Distribución de Agave sembrado en la Región de Jalisco.

Tequila	10,000 Ha
Atotonilco el Alto	11,150 Ha
Arandas	11,100 Ha
Amatitán	9,250 Ha
Tepatitlán de Morelos	6,580 Ha
Tototlán	2,550 Ha
Arenal	2,040 Ha
Acatic	1,632 Ha
Ayotlán	1,253 Ha
Resto de Municipios	6,553 Ha

b) Relativos a dermatitis. En el reporte que presenta el Instituto Dermatológico de Occidente de 1997, se señala que han asistido a consulta 53,843 pacientes de los cuales 2,003 han sido diagnosticados de dermatitis de contacto valor correspondiente a un 3.7% de la consulta total en el año.

De este grupo de personas 667 son hombres y 1,330 mujeres. Cabe señalar que las causas que originan la dermatitis no se registran por lo tanto, no se puede establecer el porcentaje de personas afectadas por el tipo de plantas.

En el año de 1998, se reportaron 6,710 consultas por dermatitis de contacto, señalándose que el 25.38% pertenece a dermatitis por contacto ocupacional, distribuidos entre 610 hombres y 1093 mujeres y el 0.06% de los casos por dermatitis fue a causa de plantas.⁽³¹⁾

4.2. Marco Conceptual

4.2.1. Definición de dermatitis.

La dermatitis de acuerdo a la obra de Magaña abarca literalmente a todos los "procesos cutáneos que cursan con inflamación" sin embargo al hablar de dermatitis se hace referencia al síndrome reaccional de la piel que incluye procesos crónicos pruriginosos, con eritema, licuefacción y costras hemáticas que reflejan el rascado.⁽³²⁾

4.2.2. Dermatitis y plantas.

De acuerdo a Stoner y cols. (1983) la dermatitis ocasionada por la exposición a las plantas, ha sido conocida desde hace miles de años. Históricamente el reconocimiento de esos efectos adversos fue reconocido por los asirios hace 4000 años, ellos notaron que el aceite de castor causaba irritación en su intento de ser un promotor para el crecimiento del cabello. Desde ese tiempo ha sido reconocido que miles de especies de plantas pueden producir dermatitis de contacto en humanos.⁽⁹⁾

Stoner y cols. (1983) agrupan en siete principales categorías las dermatitis producida por plantas:

a) Daño mecánico. Refiriéndose a los daños traumáticos que ocasionan las espinas de algunas especies vegetales como cactus, manifestándose pequeñas heridas y dolorosas abrasiones a las que raramente se les da atención médica.

b) Daño farmacológico. Ocurre cuando una persona entra en contacto con una planta que contiene sustancias farmacológicamente activas. Esencialmente todas las personas pueden ser afectadas por estas plantas. Se considera a la familia Urticaceae como responsable de la mayoría de estas reacciones. Esto sucede como resultado del contacto de las finas fibras de la planta que penetran la piel e inyectan un fluido que contiene sustancias tales como histamina, acetilcolina y serotoninas causando hinchazón y dolor.

c) Fitodermatitis alérgica. Es muy usual que suceda una reacción de hipersensibilidad, sin embargo pocas plantas han sido reportadas como causantes de reacciones de urticaria. Un ejemplo de ello es la ocasionada por el *Agave americana*.

d) Seudofitodermatitis. Esta erupción parece ser atribuida a plantas pero en realidad es causada por los artrópodos que habitan en las plantas o por agentes aplicados a las plantas, por ejemplo, los piquetes del *Pyemotes ventricosus*, producen una hemorragia y erupción papular cubriendo diferentes áreas del cuerpo.

e) Fitofotodermatitis. Bajo circunstancias apropiadas el contacto con la planta seguido de la irradiación de la luz ultravioleta, produce una dermatitis característica la cual es una conocida reacción fototóxica diferente a una respuesta fotoalérgica. Las plantas de la familia Umbellifereae, son las mas frecuentemente responsables de este tipo de fitofotodermatitis.

f) Pseudofitofotodermatitis. Resulta de la acción de sustancias que se encuentran en las plantas pero no producidas por ellas sino por el hongo que las invade. Un ejemplo es el apio, de la familia Umbellifereae y el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*. La dermatitis daña a los trabajadores del campo por periodos prolongados en días soleados.

g) Fitodermatitis irritante primaria. Las plantas de este grupo producen directa irritación a la piel. Los químicos pueden estar en cualquier parte de la planta, dentro o en la superficie. La toxicidad de estos irritantes puede variar con el estado de madurez, estación y localidad.⁽⁹⁾

4.2.3. Plantas que contienen cristales de oxalato de calcio.

Los cristales de oxalato de calcio en las plantas se originan en los idioblastos, tienen las funciones de regular la concentración de calcio libre, mecanismo de defensa, detoxificar, fortalecer estructuralmente a la célula, almacenar el calcio, concentrar y almacenar la luz. Adquieren diversas formas : agujas largas, drusas, rafidios, cristales de arena y formas prismáticas. Se localizan generalmente en cuatro lugares: citoplasma, alrededor de la pared celular, vacuolas y en la superficie de la célula.⁽¹⁰⁾

Sunell y cols. (1985) reportan la distribución de los cristales en las hojas de *Colocasia esculenta*.⁽¹¹⁾

Trokenbodt (1995) describe la distribución y cuantificación de estos cristales en *Quercus robur L*, *Populus fremula* y raíces de *Betula pendula*.⁽¹⁵⁾

Traquair (1987) identifica y observa los cristales comparando diversas técnicas histoquímicas.⁽¹⁴⁾

Ishii (1992) ha sido uno de los investigadores recientes y más sobresalientes en el estudio y aislamiento de los cristales de oxalato de calcio en diversas especies de plantas como narcisos, begonias, agave y aloe.⁽⁷⁾

Bosa y cols. (1985) observan los cristales por luz polarizada y microscopía electrónica en la especie *Telfairia pedata*.⁽¹²⁾

Berg (1994) examinó los cristales contenidos en células de *Casuarina branchlets*.⁽¹³⁾

Monje y Baran (1996) aíslan los cristales de *Chamaecereus silvestri*, una cactácea encontrada en el norte de Argentina.⁽³⁾

De Silva y cols. (1996) junto a Zingler (1991) reportan la importancia de los cristales en relación al suministro de calcio.^(5, 33)

Sutherland y Sprend (1984) identifican los cristales en *Phaseolus vulgaris*.⁽⁴⁾

Salinas y cols. (1997) reportan la presencia de cristales de oxalato de calcio en *Agave tequilana*.⁽²⁾

Wattendorff (1976) quien ha estudiado el *Agave americana* y los cristales de oxalato de calcio observados a través de microscopía electrónica en forma de lanzas formando rafidios y presenta evidencia de sus propiedades químicas.⁽¹⁷⁾

4.2.4. Descripción botánica de *Agave tequilana* Weber 1902.

Cassiano, en su libro "Flora Taxonómica Mexicana", considera 143 especies de Agave y establece la siguiente clasificación para el Agave "chino azul" que crece en Tequila, Jalisco.⁽²²⁾

Familia: Amarilidaceas
Tribu: Agaveas
Género: *Agave*
Especie: *tequilana*

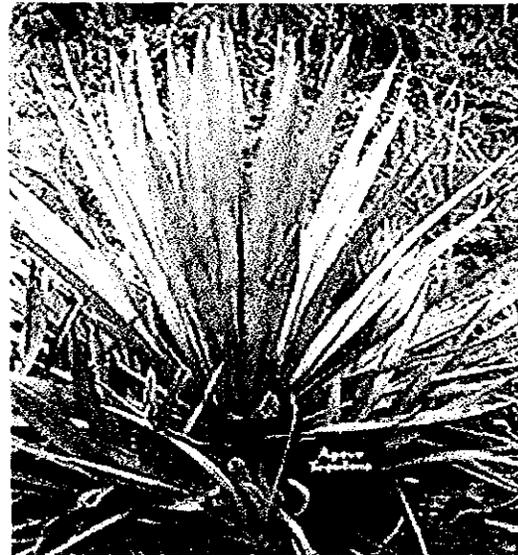


Foto.1 *Agave tequilana* L. var. Weber.

Valenzuela (1994) la describe como, "planta surculosa que se extiende radialmente, de 2.2 a 2.8 metros de altura. Su tallo es grueso, corto de 30 a 50 centímetros de altura. Las hojas de 90 a 120 centímetros 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 verde azulado a verde grisáceo. El margen de las hojas es recto a ondulado o repando; los dientes generalmente son de tamaño regular y espaciados irregularmente, en su mayoría de tres a seis milímetros de largo a la mitad de la hoja. Los ápices de los dientes son delgados, curvos o flexos desde poca altura de la base piramidal. Los dientes son de color café claro a oscuro, de uno a dos centímetros de separación; raramente son remotos o largos. La espina generalmente es corta de uno a dos centímetros de largo, rara es larga acatada o abiertamente surcada de arriba; su base es ancha café oscura decurrente o no decurrente. La inflorescencia es una panícula de cinco a seis 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 milímetros de largo con bracteolas sobre los periodos de tres a ocho milímetros 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 milímetros de ancho, funeliforme y surcado. Los pétalos son desiguales de 25 a 28 milímetros de longitud por 4 milímetros de ancho, lineares, erectos pero rápidamente flojos en la anthesis, cambiando entonces a cafosos y secos. Los filamentos miden de 45 a 50 milímetros de largo doblados hacia adentro junto al pistilo, insertos de 7 a 5 milímetros cerca de la base del tubo; las anteras son de 25 milímetros de largo. El fruto es una cápsula ovada a brevemente cuspidada ." ⁽¹⁾

4.2.5. Enfermedades profesionales debido a la presencia de cristales de oxalato de calcio en las plantas.

Stoner (1983) señala que los bulbos son los mayores receptáculos de oxalato de calcio (6%), señalando que la dermatitis es un riesgo ocupacional para los manejadores de bulbos en viveros y los cañeros. ⁽⁹⁾

La dermatitis irritante causada por bulbos es mucho menos dramática pero más común y económicamente más importante. La bulbodermatitis representa primordialmente un riesgo ocupacional para granjeros, trabajadores de viveros y cortadores de flores, afectando principalmente la piel de manos y brazos. Si se llegan a impregnar de oxalato de calcio este penetra la ropa y la erupción puede ser más extensiva y, por medio de los dedos este daño puede extenderse a otras áreas del cuerpo, cara, cuello y genitales. La irritación es en parte debido a la propia estructura de los cristales. ⁽³⁴⁾

El término de irritante es usado para la respuesta no alérgica en el caso de las plantas que cubre una multitud de causas. Las reacciones irritantes tienden a ocurrir con ardor más que con comezón y se manifiestan en pocos minutos. ⁽³⁵⁾

Un problema de salud lo tienen los trabajadores del campo dedicados a cosechar y recolectar las especies de *Narccisus* Familia Amaryllidaceae. De acuerdo al ciclo de vida de esta planta su tiempo de cosecha es en los meses de marzo-abril tiempo en el que su recolección es fuente de trabajo temporal. Para cosechar la flor cerrada se debe arrancar con la mano, por lo que el problema se encuentra localizado especialmente en manos y muñecas, siendo esta la región más vulnerable. Este trastorno raramente requiere atención médica.

Las erupciones que sufren los trabajadores de los narcisos se le conoce comúnmente como "Daffodil rash", fue señalada en 1910 en las islas de Sicilia y esta reconocida como una dermatitis irritante primaria ocasionada tanto por contacto directo con la planta así como por su savia. Cuando los cristales salen disparados de la célula estos son capaces de penetrar la piel intacta y producir un efecto irritante, la estructura física de estos cristales determinan el grado de irritación.

Actualmente existe un cultivo de 1,295 hectáreas en el sureste de Inglaterra. Se planea que esta industria crezca un 30% en 3 años, por lo que el problema estaría involucrando una mayor fuerza de trabajo de la que actualmente existe. Esta planta sirve de ornato y para la obtención de aceite que es utilizado en la industria del perfume.

En China es usada por la medicina popular y la homeopática. Existen muchas especies de narcisos: *N. pseudonarcisus* familia Amaryllidaceae, *N. Jonoquilla*, *N. poeticuss*, *N. tazetta*, *N. triandus*.⁽³⁶⁾

Otra planta *Hyacinthus orientalis* L (Lilaceas) ocasiona problema a los trabajadores y es originaria del Este del Mediterráneo pero esta ampliamente cultivada y distribuida en Holanda. El aceite de esta planta es usado en la industria de la perfumería y causa dermatitis de contacto alérgica.

Sus bulbos contienen 6% de cristales de oxalato de calcio. Estos cristales no se disuelven en el agua pero si débilmente en ácidos débiles por lo que se sugiere su uso para limpiar el área afectada. Este daño mecánico produce la irritación y dolor en la piel. En un reciente estudio de 103 trabajadores, 27 presentan severos daños y 4 solo molestias tales como eczema, unos pocos con ligeras complicaciones. De acuerdo a Vander Werff citado por Bruynzee (1997) aproximadamente 1 de cada 60 cultivadores desarrolla dermatitis de contacto alérgica.⁽³⁷⁾

Otra de las dermatitis irritante por causas ocupacionales es la que presentan los trabajadores en sus manos a causa de la piña, planta perteneciente a la familia de las Bromeliaceae: *Ananas comosus*. Se señala como agente tóxico, a la enzima bromelina y a los cristales de oxalato de calcio.⁽³⁴⁾

Una de las enfermedades ocupacionales más importante es la que sufren los trabajadores de la industria de los tulipanes. Esta enfermedad es conocida popularmente como "dedos de tulipan". Los síntomas clínicos que presenta la piel son de irritación y alergia, este mismo cuadro se presenta para los manejadores de ajo *A. sativa* L. y cebolla *A. cepa*.⁽³⁷⁾

Entre los hallazgos encontrados en las especies de agaves se puede citar a Wattendorff (1976) quien ha estudiado el *Agave americana* y los cristales de oxalato de calcio observados a través de microscopía electrónica en forma de lanzas formando rafidios y dando una evidencia de las propiedades químicas de estos.⁽¹⁷⁾

Salinas y cols. (1997) reportan la presencia de cristales de oxalato de calcio en *Agave tequilana* L. var. Weber.⁽²⁾

Son pocos los reportes encontrados acerca de las diferentes especies de agave donde relacionen la presencia de agaves con dermatitis irritante.

Brazzelly y cols. (1995) señalan un caso de dermatitis irritante por contacto producido por *Agave americana*.⁽²¹⁾

Salinas y cols. reportan que el manejo del *Agave tequilana* L. var. Weber produjo una dermatitis de contacto en el personal de laboratorio que manipulaba la planta.⁽²⁾

Muchas plantas caseras, algunos frutales y plantas suculentas de la familia Euphorbiaceae contiene savia constituida con ésteres diterpenoides y forbol, esta savia es capaz de producir eritema y descamación. El oxalato es un irritante primario que se encuentra en un gran número de plantas, las plantas de esta categoría contienen finos cristales de oxalato de calcio insolubles en agua.

El prototipo de planta de esta categoría es *Dieffenbachia* del cual hay 30 especies nativas del trópico de América y estas plantas son cuidadas por millones de personas en sus casas. La dermatitis puede ocurrir en la boca después de masticar las hojas o frutos, ocasionando una inmensa picazón e incremento de la salivación. Severos edemas en la lengua, paladar, mucosa bucal y esófago pueden producir lesiones muy serias y en algunos casos se llega a perder la voz.⁽⁹⁾

Ward y cols. (1997) mencionan la presencia de oxalato de calcio en hojas de una especie del desierto observando que un pequeño antílope, una larva y un molusco comen de casi toda la planta excepto la que contiene los cristales de oxalato de calcio, sugiriendo que los cristales sirven como mecanismo de defensa de la planta.⁽³⁸⁾

Duffus (1983) señala que la mayoría de las plantas productoras de oxalato pertenecen al género *Rumex* y a la familia Oxalidaceae. Desgraciadamente estas plantas tienen un buen gusto para el ganado y puede surgir una mortalidad masiva cuando estas plantas están presentes en los pastos, a una de estas plantas, *Halogeton* spp., se le ha atribuido las muertes de entre 100 y 1200 ovejas.⁽³⁹⁾

Stoner (1983) reporta que *Daffodilis* (familia Amaryllaceae) y *Hyacinths* (familia Liliaceae), contienen cristales de oxalato de calcio. Además señala que la piña contiene dos agentes capaces de producir dermatitis el oxalato de calcio y la bromelina, una enzima proteolítica. También menciona que la dermatitis es una enfermedad de riesgo ocupacional para los cañeros.⁽⁹⁾

Doaigey (1991) reporta la localización de cristales de oxalato de calcio en 16 especies venenosas en Arabia Saudita.⁽⁶⁾

4.2.6. Cultivo del *Agave tequilana* var. Weber.

Valenzuela (1994) cita que el *Agave azul* o *Agave tequilana* es utilizado "especialmente para la producción de tequila, bebida alcohólica denominada de origen y obtenida por destilación y rectificación de mostos preparados con los azúcares

extraídos de las cabezas o piñas de esta especie, éste proceso data más de 300 años e involucra varias etapas en el campo, producción, arranque, poda de hijuelos o barbeo de semilla, cicatrización de las heridas de los hijuelos o achicado, plantación, etapa de maduración y finalmente la jima o cortado de la planta para liberar la cabeza o piña de las hojas. En cada parte de este proceso, el hombre participa en forma activa y única."⁽¹⁾

Además, Salinas y cols. (1997) mencionan que durante las etapas del cultivo y manejo del agave los trabajadores que participan en las labores del campo principalmente en la etapa de la preparación de los hijuelos sufren problemas en la piel apareciéndoles lesiones dérmicas, erosivas con prurito principalmente en cuello, brazos, torax, y cara dando lugar a un cuadro de dermatitis por contacto.

A continuación se señalan las etapas principales que se llevan a cabo por parte de los trabajadores en el campo para el cultivo del *Agave tequilana* L.var. Weber.⁽¹⁾

1. Preparación de hijuelos.

a) Arranque de hijuelos. La preparación de hijuelos se inicia con el arranque y se usa un barretón que deja libre al hijuelo al cortar el rizoma. Posteriormente puede cortarse el rizoma al ras de la cabeza ("tostoneo") o dejársele un pedazo de éste de 3 a 4 cm conocido como "tacón". Por lo general, las labores de arranque y barbeo se realizan simultáneamente dejando la "semilla" preparada para cargar y embarcarse; de esta manera, las semillas preparadas ocupan menor espacio y pesan menos. En una plantación donde se han arrancado hijuelos se observa una gran cantidad de hojas en el suelo cortadas en el barbeo. El pago de las dos labores se hacen junto, por lo que algunos productores no las consideran como dos actividades separadas.

Algunos estudios comprueban que el "tostoneo" es una labor que retrasa el crecimiento de raíces y la producción de biomasa (Garibay, 1988), pero se realiza en la práctica para facilitar la plantación pues la planta "tostoneada" queda mejor sentada sobre la cepa. Otra de las finalidades por las que se "tostonea" la semilla es para revisar y suprimir con el corte la presencia de la enfermedad llamada "clavo".

b) Poda de hijuelos o barbeo de semilla. Enseguida se realiza una labor de poda con un cuchillo o machete pequeño muy filoso. Esta labor es conocida localmente en Tequila como "barbeo de semilla". Se cortan varias hojas basales para darle forma a la cabeza y pueda enterrarse bien la planta. El "barbeo de semilla" requiere de cuidado, capacitación y supervisión, ya que se puede estropear la plántula con cortes incorrectos que la inhabilitan totalmente. El "descorono" o corte excesivo de la cabeza le nulifica la posibilidad de enraizar, mientras que un corte acentuado de las hojas y del cogollo retrasa su crecimiento.

c) Aplicación de plaguicidas antes de la plantación. En la actualidad, la planta se sumerge y se baña en diferentes mezclas de insecticidas y fungicidas con el fin de prevenir y combatir plagas y enfermedades. Estas deben utilizarse según sea el caso con los productos menos nocivos que se encuentren en el mercado, ya que podría afectarse el enraizamiento al eliminar también a los microorganismos benéficos del agave.

d) **Cicatrización de heridas en hijuelos "achicalado"**. Otra labor que se acostumbra durante la preparación de hijuelos es el "achicalado", que consiste en dejar reposar la semilla para la cicatrización de las heridas del "barbeo". Cuando los volúmenes de plantación son grandes, el tiempo de las maniobras sirve como período de "achicalado". Este reposo para cicatrizar el corte no se recomienda más allá de los 10 días, manteniendo las plantas en el campo bajo sombras de árboles. Actualmente, el "achicalado" no se considera una labor específica adicional en la plantación de grandes volúmenes por las condiciones antes señaladas, aunque a menor escala sí debe considerarse como tal.

2. Plantación.

La plantación se realiza manualmente abriendo una cepa de un solo golpe con un azadón pequeño (0.5 m de largo). Se entierra un 75 por ciento del volumen de la planta para después aprisionar la tierra alrededor de la misma.

3. Cosecha del agave "JIMA".

La "jima" es la cosecha del agave, la cual consiste en cortar la planta y sus hojas dando forma a un cuerpo ovoide que es la "cabeza".

La "cabeza" es el rendimiento agronómico del cultivo y está compuesta por el tallo y la vaina de las hojas. La "coa de jima" es una herramienta circular de hierro de 15 a 20 cm. De diámetro totalmente afilada y con un mango de madera. La "jima" se realiza en las primeras horas de la mañana y es una labor que requiere trabajadores capacitados en la misma. No existe una época determinada para esta labor, por lo que se hace durante todo el año.

La cosecha está determinada por la madurez del cultivo y ésta se presenta durante casi 4 años. Una mayor homogeneidad de tamaños del material vegetativo podría reducir el período de cosecha, aunque sería determinante la selección de las plantas genéticamente precoces. El primer año de cosecha se extrae un 15 por ciento de la totalidad de la plantación, que es el que aproximadamente madura. A esta primera cosecha se le llama "entresaque". En el segundo y tercer año se "jima" el grueso de la plantación un 65 por ciento entre los dos, y el último año se cosecha parejo el restante 20, o menos de éste. A la última cosecha se le llama "arrastre" y contiene las plantas más viejas y de menor calidad.

El corte de la planta al ras del suelo es la primera acción de la cosecha y las hojas se cortan cuando la planta está derribada. Una "jima" adecuada consiste en un corte de hojas al ras de la "cabeza" y la eliminación de un troncón seco y endurecido cuando éste se presenta. Continuamente se da filo a la "coa" con un triángulo metálico. Se detalla el corte de hojas de la planta encajando la "coa" para mover la "cabeza".

Así, con una sencilla descripción concluyen cada una de las actividades anteriormente descritas en el campo antes de ser transportadas las piñas o cabezas de agave a su destino final, la fábrica, donde inician su proceso de industrialización como materia prima en la obtención del tequila.

Las piñas o cabezas de agave son transportas del campo a la fábrica en camiones para ser descargadas y apiladas antes de ser introducidas al horno, para su cocción. Los trabajadores que participan activamente en el proceso de recepción y procesamiento de materia prima sufren de daños en su piel presentando la misma sintomatología que los trabajadores del campo, presentan: eritema, inflamación, pápulas y vesículas después de haber tenido contacto con el agave.

4.2.7. Proceso de Industrialización del agave.

A continuación, se describe el proceso general para la industrialización del agave.

De acuerdo al Consejo Regulador del Tequila fueron procesadas en el período enero-diciembre de 1998: 296,500,962 Kg. de piñas. ⁽²⁵⁾

1. Recepción y procesamiento de materia prima.

Las piñas o cabezas de agave son transportas del campo a la fábrica en camiones para ser descargadas y apiladas antes de ser introducidas al horno, para su cocción. Fig. 1

2. Cocimiento y molienda.

El cocimiento se realiza siempre con vapor de agua a presión, ya sea en los tradicionales hornos de mampostería o en modernas autoclaves. El tiempo de cocimiento es más largo en los hornos antiguos (48 horas) Fig.1 que en los autoclaves (12 horas). La cocción lleva la finalidad de hidrolizar los azúcares complejos como la inulina (una forma de almidón) en azúcares fructuosa y la sacarosa fácilmente fermentables.

El agave se somete a cocción cortado por medio de cuchillas en pequeñas partes, por mitades de cabeza o en cabezas enteras. Generalmente se cuecen las mitades de cabeza que son partidas manualmente con hachas. Al terminar el cocimiento, el material es transportado a molinos donde se corta en pequeños pedazos de algunos centímetros.

3. Extracción de mieles y residuos de bagazo.

Para la extracción de las miel del agave es necesario la conversión de los polisacáridos de la cabeza en azúcares más simples que puedan ser metabolizados por las levaduras que ejecutan la fermentación.

Para conseguir estas mieles o mostos, se cuece a vapor la materia prima molida o sin moler y se exprime agregando agua a presión al bagazo el cual queda como residuo con una cantidad mínima de azúcares Fig.2. Las mieles son entonces separadas del bagazo.

Las mieles extraídas del agave cocido son recolectadas en depósitos y transportadas por tuberías a las tinas de formulación o de fermentación, según sea el caso.

La formulación consiste en mezclar las mieles de agave con un preparado de otras mieles, en especial de caña de azúcar, para posteriormente ser fermentadas. Mientras que las mieles para elaborar tequila ciento por ciento de agave no requieren la formulación y se dirigen directamente hacia la fermentación. La formulación es, por lo tanto, un procedimiento que sólo se lleva a cabo con los tequilas que se preparan con una mezcla de azúcares y que según la norma oficial, debe tener una proporción de 51 por ciento de agave y 49 de otras mieles.

El bagazo es utilizado actualmente para el embalaje de loza, para rellenar muebles y en la fabricación de adobe (material de construcción). Existen estudios experimentales sobre el uso de este material para elaborar aglomerados y para la producción de combustibles y papel.

Desde 1987 la Universidad de Guadalajara investiga el uso del bagazo tequilero como un sustrato para la producción de setas (*Pleurotus ostreatus*), un hongo comestible. Se han encontrado buenos resultados, aunque lo fibroso del bagazo y su baja capacidad de absorber el agua hace necesaria la mezcla de éste con otros sustratos.

4. Fermentación.

La fermentación es una parte muy importante del proceso industrial; en ésta se transforman los azúcares en alcohol etílico y en otros productos en menores proporciones Fig.3. Los depósitos de fermentación son grandes tinas de acero inoxidable que son llenadas con las mieles, las cuales también se denominan mostos. Al mosto se le agrega agua, levadura y nutrientes para la fermentación.

Las cepas de levaduras son preparadas previamente crecidas bajo condiciones controladas, para después multiplicarlas en grandes volúmenes. Las levaduras encontradas en la fermentación corresponden el género *Saccharomyces*, siendo la *S.cerevisiae* la especie comúnmente utilizada. Sin embargo, puede considerarse que las cepas tequileras son diferentes según el desarrollo que les da cada industria tequilera.

El tiempo que dura la fermentación varía de acuerdo con la temperatura ambiental, y ésta a su vez cambia de acuerdo con la época del año. Por lo que a bajas temperaturas en invierno, la fermentación se alarga a más de 24 horas. La fermentación tiene un desarrollo similar a la curva de desarrollo de cualquier microorganismo, teniendo un crecimiento inicial exponencial, una segunda fase lineal y un último estadio de decrementos.

5. Destilación.

Es el procedimiento por el cual los fermentos son separados mediante calor y presión en productos de riqueza alcohólica (tequila) y en vinazas, las cuales constituyen un producto de desecho. Las vinazas son llamadas también lodos de fermentación y están compuestas por agua y levaduras. En la destilación los fermentos son pasados por tuberías a los alambiques de destilación, donde se calientan a altas temperaturas.

La destilación se efectúa en alambiques de cobre o acero inoxidable y hasta en torres de destilación continua. Los alambiques comunes constan de tres partes: la olla o caldera donde se deposita el mosto para su calentamiento, la columna o capitel que recoge y conduce los vapores y el serpentín en el que se enfrían los vapores convirtiéndose en líquidos Fig.4. Los puntos de ebullición de los diversos compuestos y los diferentes volúmenes y presiones del alambique ayudan a la separación de gases que se condensan en productos de mayor riqueza alcohólica. Para la elaboración del tequila son necesarias dos destilaciones, la primera es llamada destrozamiento y la rectificación. Con la rectificación se incrementa la riqueza alcohólica y se eliminan los productos indeseables, obteniendo un producto de mayor pureza. Al tequila recibido del destrozamiento o primera destilación se le llama "tequila ordinario" y al que termina la segunda destilación o rectificación es considerado ya como "tequila blanco".

Además de las vinazas, existe otros subproductos del inicio y final de la destilación conocidos como cabeza y colas, respectivamente. Estos productos (cabeza y colas) son fuertes solventes orgánicos que son controlados en la calidad de tequila

6. Control de calidad.

Mediante los análisis cromatográficos y químicos en laboratorios se confirma la presencia o ausencia de niveles altos de sustancias nocivas, como el metanol en el tequila. Además de supervisar la uniformidad y pureza de los elementos que integran el producto. Algunos de los parámetros que son medidos y controlados en la calidad del tequila son: la acidez, los ésteres, alcoholes superiores, aldehídos, el furfural, el metanol, los fosfatos, el pH y, sobre todo, el grado alcohólico, el extracto seco, los azúcares, las cenizas y el color. Los rangos en que estos parámetros pueden variar los establece la ley en la norma oficial del tequila y la Cámara Regional de la Industria Tequilera es actualmente la certificadora de que se cumplan y verifiquen las condiciones de calidad de todos los tequilas.

Además de los parámetros antes citados, existen cuerpos de catado formales o informales dentro de cada empresa. A veces, éstos están constituidos por la familia tradicional productora de tequila; en otras, existen grupos de catado de la misma empresa que ha sido capacitados con este fin.

Proceso general para la obtención del tequila ⁽¹⁾

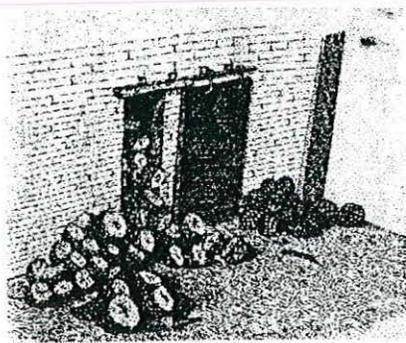
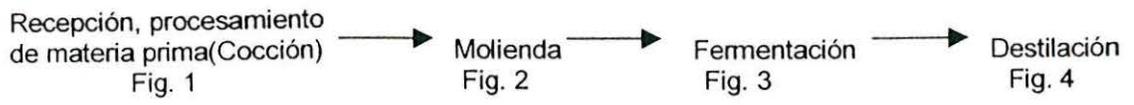


Fig. 1

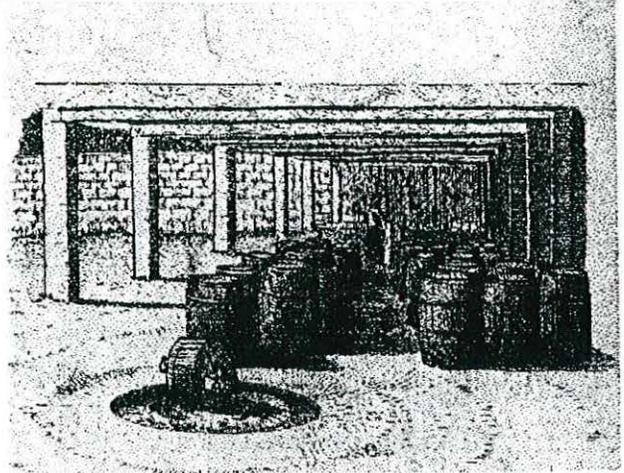


Fig. 2

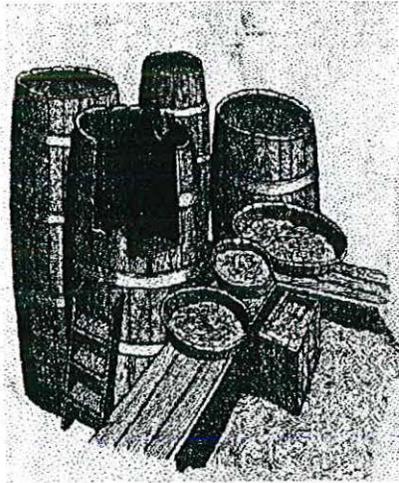


Fig. 3

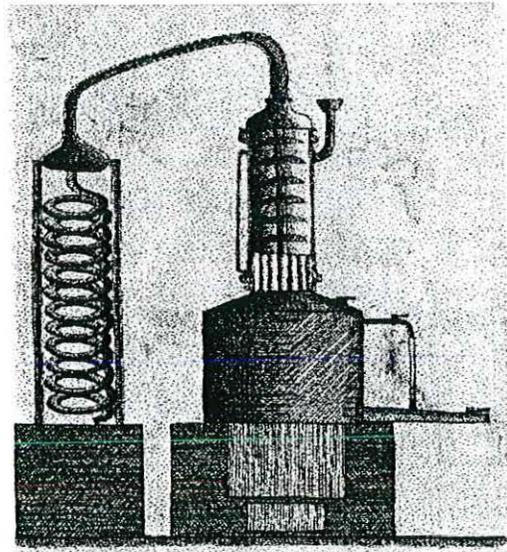


Fig. 4

V DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

5.1 Antecedentes historicos de Tequila, Jalisco. ⁽⁴⁰⁾

Primitivamente se llamó Tequillan o Tecuila: *lugar en que se corta.*

Sus primitivos pobladores fueron chichimecas, otomíes, tolteca y nahuatlacas. El poblado estuvo en un principio asentado en un lugar que se llamó Teochinchán o Techinchán: *lugar del dios poderoso, donde abundan los lazos y trampas.*

Cristobal de Oñate conquistó la región. A su llegada los naturales levantaron albarradas para defenderse en el cerro de Teochtinchán, Teochinchán o Teochtenchán; pero al cerciorarse que todo era inútil, lo recibieron en paz. El arribo del conquistador acaeció en abril de 1530, llevando a los indígenas para fundar la población actual en el cerro de Chiquihuitillo, cinco días después, cosa que aconteció el día 15. Fue dado en conocimiento a Juan de Escárkena.

En mayo de 1541 los naturales de Tequila, Ahualulco y Ameca se rebelaron remontándose al cerro de Tequila. Allí estuvo Tenamaxtli o Diego Zacatecas. El virrey Antonio de Mendoza vino a pacificarlos, los encontró temerosos por la muerte de fray Juan Calero que fue victimado al tratar de pacificarlos y fray Antonio de Cuéllar se apersonó ante el virrey el cacique Diego, fray de Cuellar fue llevado prisionero hasta Etzatlán, donde lo puso en libertad a condición de que retornara a su pueblo y se dedicara al trabajo y al estudio de la doctrina.

Por consiguiente, pudo volver Fray Antonio de Cuellar desde Etzatlán a proseguir la labor pacificadora de los naturales; Diego Zacatecas fue enviado a España.

La primera fábrica de tequila la instaló don Pedro Sánchez de Tagle, marqués de Altamira, e introdujo el cultivo y destilación del mezcal para producir tequila en 1600. Se conoce que un hombre apodado "máscara de oro", a principios del siglo XIX se pronunció contra el gobierno español.

El gobernador de Nueva Galicia José Fernández Abascal, sofocó el levantamiento, recibiendo por este hecho de armas como premio el título de virrey del Perú.

En noviembre de 1810 el bachiller Rafael Pérez, por orden de Mercado, llegó procedente de Etzatlán al frente de 200 hombres, apoderandose de la plaza. Un acto heroico que debe enorgullecer con justicia a los lugareños se verificó entonces: Agustina Ramírez de Rodríguez, mestiza, oriunda del pueblo y madre de 11 hijos, no todos mayores de edad, los entregó a los insurgentes para que combatieran por la Independencia. En 1863 un grupo de numerosos vecinos se puso a las órdenes de Ramón Corona para batir a los franceses en la Coronilla.

El 24 de enero de 1873, el jefe político Sixto Gorjón al mando de algunos lugareños y 50 policías, cayeron heroicamente vencidos por las huestes del "Tigre de Alica", Manuel Lozada.

Tequila existe como municipio desde 1824, según decreto del 27 de marzo de ese año. El 9 de enero de 1874 por decreto 834, la villa de Tequila fue elevada a rango de ciudad. El 15 de enero de 1872 por decreto número 265 los departamentos de Ahualulco y Tequila se erigen en el 12 cantón. Nativos del lugar son: Cleofas Mota y Leopoldo Leal, quienes en 1911 se levantaron en armas apoyando a Madero; Sixto Gorjón, revolucionario; Agustina Ramírez, revolucionaria; José Antonio Gómez Cuervo y Sebastián Allende, ambos gobernadores del Estado; y los escritores Sebastián Allende Rodríguez y Manuel Álvarez Rentería. ⁽⁴¹⁾

5.2. Aspectos Geográficos.

5.2.1. Ubicación Geográfica. Ver Fig.1

Coordenadas geográficas extremas.	Al norte 21°13', al sur 20°46' de la latitud norte; al este 102°37', al oeste 104°03' de longitud oeste.
Porcentaje territorial.	El municipio de Tequila representa el 1.49% de la superficie del estado.
Colindancias.	El municipio de tequila colinda al norte con el municipio de San Martín de Bolaños y el estado de Zacatecas; al este con el estado de Zacatecas y los municipios de San Cristóbal de la Barranca y Amatitán; al sur con los municipios de Amatitán, Teuchitlán, Ahualulco de Mercado, Antonio Escobedo y Magdalena; al oeste con los municipios de Magdalena, Hostotipaquillo y San Martín de Bolaños.

5.2.2. Localidades Principales.

NOMBRE (a)	LATITUD Grados	NORTE Minutos (b)	LONGITUD Grados	OESTE Minutos (b)	ALTITUD msnm (b)
Tequila *	20	53	103	50	1180
Salvador, El	21	00	103	42	1820
Santa Teresa	20	54	103	53	1180
San Martín de las Cañas	20	56	103	51	1100

5.2.3. Elevaciones Principales.

NOMBRE	LATITUD Grados	NORTE Minutos	LONGITUD Grados	OESTE Minutos	ALTITUD msnm
Volcán de Tequila	20	47	103	52	2920
Cerro Hulera	21	10	103	42	1900
Cerro El Gallo	21	10	103	49	1600
Cerro Bola	21	03	103	51	1100

- Orografía** Su superficie está conformada por zonas semiplanas (40%), zonas planas (30%) y zonas accidentadas (30%). A las orillas del río Santiago y río Chico hay 700 metros sobre el nivel del mar; hacia el su del municipio se encuentra el cerro del Tequila, que registra una altura de 2,900 metros sobre el nivel del mar, en la parte norte, las alturas son de 1,700 y 1,800 metros sobre el nivel del mar; al oriente, en la sierra de Balcones, éstas son de 2,300 metros sobre el nivel del mar, y hay un sinnúmero de lomeríos que conectan con las faldas de los principales cerros.
- Hidrografía** Este municipio se encuentra atravesado de oriente a poniente por el río Grande o Santiago; al norte se encuentra el río Chico que desemboca en el anterior; al oriente se encuentra la presa de Santa Rosa. Sus principales arroyos son: al noreste, El Chinacatahua y El Picacho de Balcones; corren al sur El Hismoloque, Balcones, Joya de las Tablas y el Maguey; al norte bajan, El Jalpilla, Tejón, Carriza, Barranco, El Plan, y principalmente El Tuitán y San Bartolo, que forman el río Tequesquite que toma más adelante el nombre de río Chico; al noroeste Las Higuera, Arroyo Hondo, Piedras Grandes, El Mirador y Gavilanes.
- Climatología** El clima es semiseco, con invierno y primavera secos, y semicálido, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 23.2°C, con máxima de 31.9°C y mínima de 14.5°C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de mayo y agosto, contando con una precipitación media de 1,073.1 milímetros. El promedio anual de días con heladas es de 0.4. Los vientos dominantes son en dirección del noroeste.
- Vegetación y Flora** Su vegetación se compone básicamente de pino, encino, roble, mezquite, guamúchil, pitahayo, nopal, huizache y árboles frutales, como: aguacate, limón, ciruelo, mango, naranjo, maguey y mezcla.
- Fauna** El venado, el gato montés, el coyote, la zorra, el zorrillo, el armadillo, la ardilla, el conejo, algunos reptiles y diversas aves pueblan esta región.
- Suelo** La composición de los suelos es de tipos predominantes Luvisol Crómico y Órtico, Regosol Éutrico y Feozem Lúvico. El municipio tiene una superficie territorial de 136,414 hectáreas de las que no se especifican ni su uso ni el tipo de propiedad.

5.3. Aspectos demográficos.

5.3.1. Población.

POBLACIÓN TOTAL POR SEXO 1950-1995.					
AÑO	TOTAL	HOMBRES	%	MUJERES	%
1950	12 130	5 778	47.6	6 352	52.4
1960	15 152	7 527	49.7	7 625	50.3
1970	20 464	10 517	51.4	9 947	48.6
1980	26 718	13 189	49.4	13 529	50.6
1990	28 088	13 790	49.1	14 298	50.9
1995	33 155	16 424	49.5	16 731	50.5

5.3.2. Vivienda.

VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS QUE DISPONEN DE AGUA ENTUBADA, DRENAJE Y ENERGÍA ELÉCTRICA.	
CONCEPTO	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
Viviendas Particulares Habitadas	6 364
Disponen de Agua Entubada	5 700
Disponen de Drenaje	5 179
Disponen de Energía Eléctrica	5 767

VIVIENDAS HABITADAS, OCUPANTES Y PROMEDIO DE OCUPANTES SEGÚN TIPO DE VIVIENDA. 1995.			
TIPO DE VIVIENDA	VIVIENDAS HABITADAS	OCUPANTES	PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA
TOTAL	6 395	33 155	5.2
Vivienda Particular Habitada	6 390	33 107	5.2
Vivienda Colectiva	5		9.6

5.3.3. Comunicaciones y Transportes.

VEHICULOS REGISTRADOS. Al 31 de diciembre de 1995.			
CONCEPTO	AUTOMOVILES	CAMIONES PARA PASAJEROS	CAMIONES DE CARGA
TOTAL	1 077	1	1 515

5.3.4. Servicios Públicos.

UNIDADES Y POTENCIA DEL EQUIPO DE TRANSFORMACIÓN Y DISTRIBUCION DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	
Al 31 de diciembre de 1995.	
CONCEPTO	TOTAL
Subestaciones de Distribución.	2
Potencia de subestaciones de distribución * (Mega watts).	30.0
Transformadores de Distribución.	3
Potencia de transformadores de distribución. (Mega watts).	30.0
* Comprende subestaciones elevadoras y reductoras.	

5.3.5. Seguridad y Orden Público.

AGENCIAS Y AGENTES DEL MINISTERIO PÚBLICO DEL FUERO COMÚN.	
Al 31 de diciembre de 1995.	
CONCEPTO	TOTAL
Agencias del Ministerio Público del Fuero Común.	1
Agentes del Ministerio Público del Fuero Común.	1

5.4. Aspectos sociales.

5.4.1. Educación.

ADULTOS INCORPORADOS Y ALFABETIZADOS EN EDUCACION PARA ADULTOS.		
1995		
CONCEPTO	ADULTOS INCORPORADOS *	ADULTOS ALFABETIZADOS
TOTAL	152	20
* Se refiere a los adultos que por primera vez se inscriben en este sistema.		

5.4.2. Salud.

UNIDADES MÉDICAS EN SERVICIO Y PERSONAL MÉDICO EN EL IMSS, ISSSTE Y DIF.			
Al 31 de diciembre de 1995.			
CONCEPTO	IMSS	ISSSTE	DIF
Unidades Médicas	1	1	-
Personal Médico *	7	ND	ND
* Comprende médicos generales, especialistas, residentes, pasantes, odontólogos, internos y en otras labores.			

5.5. Aspectos agropecuarios.

5.5.1. Agricultura.

SUPERFICIE SEMBRADA, SUPERFICIE COSECHADA Y VOLUMEN DE LA PRODUCCIÓN EN EL AÑO AGRÍCOLA POR DISPONIBILIDAD DE AGUA SEGÚN PRINCIPALES CULTIVOS.

1994/95

CULTIVO	SUPERFICIE SEMBRADA (Hectáreas)			SUPERFICIE COSECHADA (Hectáreas)			VOLUMEN (Toneladas)		
	TOTAL	RIEGO TEMPORAL		TOTAL	RIEGO TEMPORAL		TOTAL	RIEGO EMPORAL	
Maíz Grano	1 943	12	1 931	1 943	12	1 931	4 755	24.0	4 731
Frijol	19	-	19	19	-	19	10	-	10
Sorgo Grano	10	-	10	10	-	10	43	-	43
Agave	11 900	-	11 900	11 900	-	11 900	252 000	-	252 000

NOTA: El año agrícola es el periodo que resulta de la adición del ciclo otoño-invierno con el ciclo primavera-verano y el de los cultivos perennes. En cuanto al ciclo otoño-invierno, inicia su periodo de siembra en el mes de octubre de un año y termina en febrero del año siguiente; sin embargo, debido a los interciclos, el cierre de siembras se realiza hasta el mes de marzo. Su periodo de cosecha se inicia, generalmente, desde el mes de enero hasta el mes de septiembre de ese mismo año.

El ciclo primavera-verano inicia su periodo de siembra en marzo, cuando se cierran las de otoño-invierno, y termina en el mes de septiembre del mismo año. Las cosechas de este ciclo agrícola se levantan a partir del mes de julio y terminan en marzo del siguiente año.

Por lo que respecta a la cosecha de los cultivos perennes, también quedó contabilizada en el año agrícola de referencia.

5.5.2. Ganadería.

UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURALES CON ACTIVIDAD DE CRÍA Y EXPLOTACIÓN DE ANIMALES.

1991.

CONCEPTO	TOTAL
Con actividad de cría y explotación de animales.	935
Con ganado bovino.	669
Con ganado porcino.	354
Con ganado caprino.	36
Con ganado ovino.	11
Con ganado equino.	705
Con aves de corral. Con conejos y colmenas.	615
	41

VOLUMEN Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN DE OTROS PRODUCTOS PECUARIOS. 1995.		
CONCEPTO	VOLUMEN (Toneladas)	VALOR (Miles de pesos)
Leche *	3 415 **	5 122.5
Huevo	1 165	889.3
Miel	14	154.0
Cera	1	17.0
* Comprende leche de bovinos y caprinos.		
** Se refiere a miles de litros.		

5.5.3. Silvicultura.

UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURALES CON ACTIVIDAD FORESTAL, DE PRODUCTOS MADERABLES Y DE RECOLECCIÓN. 1991.	
CONCEPTO	TOTAL
Con actividad forestal.	274
Con actividad forestal de productos maderables.	36
Con actividad de recolección.	269

5.6. Aspectos económicos.

5.6.1. Comercio.

INDICADORES DE COMERCIO.	
CONCEPTO	TOTAL
1993	
Establecimientos *	387
Personal ocupado total promedio.	797
Remuneraciones totales (Miles de pesos).	4 469.8
Ingresos totales derivados de la actividad (Miles de pesos).	60 917.6
Insumos totales (Miles de pesos).	74 243.3
1995	
Tiendas rurales.	12
Bodega de almacenamiento buroconsa.	1
Capacidad de almacenamiento de la bodega buroconsa (Toneladas).	3 800
* Comprende aquellos establecimientos que realizaron alguna actividad económica entre el 1° de enero y el 31 de diciembre del año de referencia.	

5.7 Historia de la fábrica La Rojeña

En 1750 don José Antonio Cuervo adquirió algunas tierras en Tequila para dedicarlas a diversos cultivos, entre ellos el agave. José María Guadalupe Cuervo, hijo de don José Antonio, recibió en el año de 1795 la primera licencia para producir "vino mezcal" mediante autorización de Carlos IV. La primer taberna la instaló en terrenos de su hermano José Prudencio en los potreros de la Hacienda de Abajo, se le llamó "Taberna Cuervo". Para 1805, José María Guadalupe Cuervo declara ser dueño de "la fábrica de sacar vino", la casa habitación y 12 potreros con centenares de miles de mezcales de las especies "chinos azules" y "manolarga".

Para ese entonces la villa de Tequila se convierte en una de las poblaciones más ricas de la intendencia de Guadalajara. Más tarde muere José María Guadalupe Cuervo dejando todas sus propiedades a sus hijos don José Ignacio Faustino y doña María Magdalena de Cuervo. Ésta se casa con Vicente Albino Rojas, a quien cede la totalidad de sus bienes. Don Vicente bautizó como La Rojeña a la Taberna de Cuervo impulsándola y multiplicando los bienes heredados por su esposa, aumentando considerablemente la producción, ya que distribuyó su vino mezcal no sólo en Jalisco, sino en muchas ferias y fiestas de otros estados como Aguascalientes, Zacatecas y San Luis Potosí.

A mediados del siglo XIX La Rojeña era la más famosa de todas las tabernas de la región de Tequila y había logrado tener más de tres millones de agaves sembrados para la producción de su vino mezcal. A Don Vicente no le tocaría ver la llegada del ferrocarril con sus múltiples beneficios. Murió dejando su herencia a dos de sus hijas: Inés y María Rojas de López Portillo quienes cedieron La Rojeña a don Jesús Flores, propietario de las tabernas La Floreña y La del Puente, a la que más tarde nombró La Constancia. Don Jesús Flores fue de los primeros tequileros en introducir innovaciones tecnológicas en el proceso de destilación del tequila y el primer industrial tequilero en envasar en frascos y botellones su tequila. Hasta ese momento el licor se guardaba sólo en barricas de madera. Para 1888, don Jesús había contraído segundas nupcias con Ana González Rubio, cuya hermana Virginia estaba casada con un empresario tequilero, Luciano Gallardo, cuyo padre era dueño de La Gallardeña. Don Jesús falleció a la edad de 72 años dejando a su esposa como albacea y única heredera de sus bienes. En 1900 Ana González Rubio se casó por segunda vez con José Cuervo Labastida, caporal de la Constancia.

El tequila se convierte entonces en el "tequila José Cuervo" y la fábrica vuelve a adoptar su antiguo nombre de La Rojeña. Aparentemente José Cuervo era descendiente del viejo patriarca del tequila, por lo que recibió diversas patentes, privilegios y marcas: "gran fábrica de mezcal en Tequila de José Cuervo", marca industrial "Cuervo" y "La Rojeña". José Cuervo dio un gran impulso a La Rojeña y conquistó los más altos premios en exposiciones nacionales e internacionales. En 1921 murió José Cuervo, con lo que terminó su labor en el gran negocio de su vida.

Nuevamente quedó al frente de la fábrica Anita González Rubio. En 1934, Guadalupe Gallardo heredó los bienes de su tía Anita. Guillermo Freytag Schreir administraría hasta 1957 Tequila Cuervo, S. A..

Como se preveía, la década de los treinta resultó muy dura para la mayor parte de los tequileros. Sin embargo, Cuervo resistió hasta que el mercado se reactivó con la llegada de la segunda guerra mundial. En 1957 Guillermo Freytag Gallardo ocupó la gerencia general, cargo en el que permaneció hasta 1964. Juan Beckmann Gallardo, nieto del industrial tequilero Luciano de Jesús Gallardo y sobrino nieto de Guadalupe Gallardo, continuó al frente de Cuervo manteniendo el mismo impulso industrial de sus antecesores. Su madre, Virginia Gallardo de Beckmann, murió dejando a sus cuatro hijos Juan, Jorge, Carlos y Oskar, la herencia de la empresa y demás propiedades. Finalmente, en la actualidad Juan Beckmann Vidal, además de mantener la empresa a la cabeza de las demás, sobre todo en lo que respecta a la exportación, es impulsor de los grandes avances tecnológicos que Cuervo está realizando en Jalisco.

El gusto por el tequila aumenta cada día y los agaves deben multiplicarse aún más. Por ello Cuervo también tiene que mirar hacia el pasado y rescatar del olvido su memoria bicentenaria. ⁽⁴⁰⁾



Fig. 1 Ubicación geográfica de Tequila , Jalisco dentro de la República Mexicana.

VI HIPOTESIS

Los cristales de oxalato de calcio y el agua NO causan el mismo efecto sobre la piel.

VII METODO

A continuación se describe el método que se utilizó para la extracción y purificación de los cristales de oxalato de calcio, así como la prueba del parche en el personal de la fábrica La Rojeña ubicada en Tequila, Jalisco.

Diagrama de trabajo

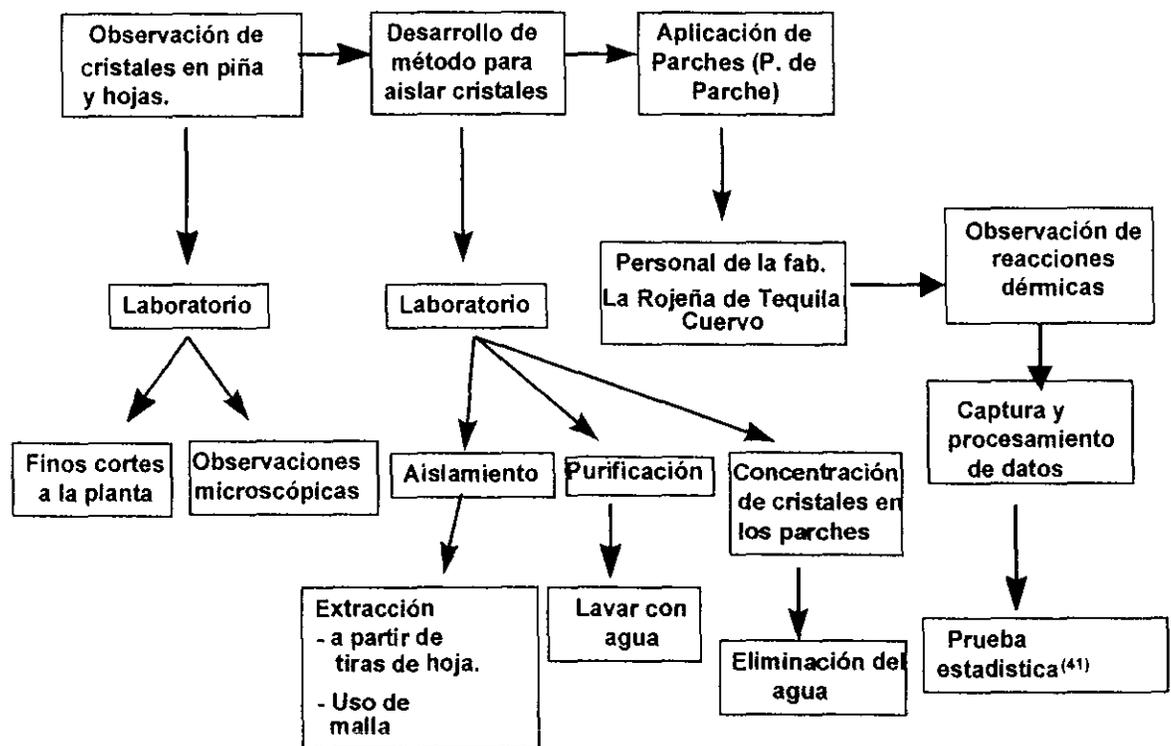


Diagrama No.1

Puntos fundamentales del trabajo: Observación de cristales en la piña y hojas del agave, desarrollo de método para aislar cristales y la aplicación de la prueba del parche.

7.1. Material y Equipo

Material	Reactivos	Equipo
<ul style="list-style-type: none"> • Bisturí. • Cinta millipore, Scanpore, Norgesplaster as, Vennesla, Norway. • Cubreobjetos. • Guantes desechables. • Jeringa de plástico. • Malla de nylon, Nitex, E-Net-NTX-60 mesh, Nitex, Agent Aquaculture Laboratory Reymon, WA, USA. • Micropipeta • Parches de polietileno. • Pinzas. • Pipeta Pasteur c/punta fina. • Plástico de polietileno. • Portaobjetos. • Tijeras. • Vaso de precipitado • Malla de acero inoxidable, T-304, 200 mesh, productor Thai-seisien, Osaka, Japón. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada. • Sulfato de amonio J.T. Baker. • Eter de petróleo J.T Baker. • Vaselina Racel • Alcohol etílico 70% J.T Baker. 	<ul style="list-style-type: none"> • Microscopios: <li style="padding-left: 20px;">Optico <li style="padding-left: 20px;">Carl Zeiss <li style="padding-left: 20px;">452904-991 <li style="padding-left: 20px;">Estereoscópico <li style="padding-left: 20px;">Iroscope ES-24 <li style="padding-left: 20px;">PLIT <li style="padding-left: 20px;">De campo claro <li style="padding-left: 20px;">Wild mod. M12.

7.2. Diseño experimental.

7.2.1. Localización de los cristales de oxalato de calcio en diferentes partes de la piña de agave.

Las piñas o cabezas de agave son extraídas de la tierra y transportadas en camiones hacia la fábrica. Estos camiones con capacidad de 20 toneladas transportan 400 piñas de aproximadamente de 50 Kg de peso cada una descargan las piñas frente a los hornos, en ese momento se seleccionó al azar una piña, se partió a la mitad y de allí se obtuvo una rebanada de aproximadamente 8 cm de espesor.

Se inició este estudio haciendo finos cortes histológicos a la piña en las siguientes partes: base de la hoja, mezontle, meristemo, base de la raíz, hojas del cogollo y base de las hojas, se observó la distribución de los cristales de oxalato de calcio en cada parte de la planta.

7.2.2. Obtención de los cristales de oxalato de calcio.

7.2.2.1. Proceso de extracción de los cristales de oxalato de calcio.

- a) Se cortó una hoja de agave, se quitó la superficie externa de la hoja cepillando hasta tener aproximadamente 30 gramos. Las tiras cepilladas se depositan en un vaso de 150 mL y se agrega agua hasta formar volumen de 100 mL, reposar 10 a 20 minutos, se agita manualmente, tirar el agua y agregar nuevamente el agua hasta llegar a 100 mL. Con una pinza tomar las tiras, agitarlas dentro del agua, por 5 minutos, cambiando la posición de sujetar las tiras.
- b) En otro vaso de precipitado, colocar una malla de tela cubriendo la pared y el fondo de este, pasar lentamente el líquido, esperar 2 minutos, sacar la tela lentamente, guardar el agua en un matraz de 250-500 mL.
- c) Colocar la tela en un vaso de 100 mL que contenga 80 mL de agua, mover la tela suavemente por 3 minutos esperando que caigan los cristales, quitar la tela y esperar 2 minutos para que sedimenten los cristales, confirmar que ya casi no queden cristales sobre la tela por microscopio estereoscópico. En caso necesario volver a repetir este inciso.
- d) Eliminar el agua con jeringa hasta que queden 20 mL. Pasar la suspensión a un vial de 20 mL y esperar 1 a 2 minutos. Eliminar el sobrenadante con jeringa hasta que queden 0.5 a 1 cm de altura de agua.
- e) Volver al residuo de las tiras, agregar agua hasta 100 mL, volver a quitar y repetir los pasos anteriores y juntar los cristales obtenidos.

El vial que contiene los cristales se le agrega una solución saturada (30 gr de sulfato de amonio en 100 mL de agua), agregar 4 mL de esta solución al vial, esperar 2 minutos, decantar el sobrenadante con jeringa y al residuo se le agregan 20 mL de agua destilada, después de 1 minuto repetir 5 veces los lavados con agua para eliminar el sulfato de amonio. Fotos 7 y 8.

7.2.2.2. Manufactura de parches de polietileno.

- a) Se colocó en medio de 2 mallas de acero inoxidable un pedazo de polietileno impregnado de una mínima cantidad de vaselina y se le aplicó calor suave durante 1 minuto aproximadamente con una plancha para resaltar los bordes en el polietileno.
- b) Se recortan círculos de 10 mm de diámetro.
- c) Se sumergen en éter de petróleo para disolver la vaselina.
- d) Secar al aire libre.

7.2.2.3. Aplicación de los cristales de oxalato de calcio sobre el parche.

- a) Se toman 10 µl de solución concentrada y se dejan caer sobre los parches ya hechos. Esta operación se realizó 3 veces.
- b) El agua se elimina mediante una pipeta pasteur de punta fina.
- c) Se tomaron fotografías de los parches con los cristales. Fotos 9 y 10.

7.2.3. Prueba de sensibilización (Prueba de Patch o del Parche).

Esta prueba se realiza en trabajadores de la fabrica de tequila Cuervo, ubicada en Tequila, Jalisco.

- a) Se dió lectura del protocolo de ética, que fue aprobado por parte del Hospital Angel Leaño, en él firman los participantes. El formato de este protocolo se encuentra en el capítulo XIII anexo. 13.1
- b) Se usaron dos discos de polietileno uno de ellos lleva una gota de agua destilada utilizándolo como referencia y placebo, en el otro los cristales de oxalato de calcio.
- c) Se realizó la aplicación en la piel de 7 trabajadores, su piel que había sido previamente lavada con una solución etanólica al 70% y humedecida (con agua, se aseguraron los parches con cinta millipore hipoalérgica marca Norsesplaster as. Se aplicaron en la parte posterior del antebrazo y la parte anterior del brazo. No se les dio información a las personas si el parche contenía cristales o agua.
- d) La lectura de los parches se realizó a las 24 horas. Los resultados son interpretados de acuerdo a lo recomendado por International Contact Dermatitis Research Group de la siguiente manera:

- : No reacción.
- ? : Reacción dudosa
- 1+ : Reacción no vesicular, solo eritema e infiltración.
- 2+ : Fuerte reacción con vesículas y eritema e infiltración.
- 3+ : Severa respuesta con vesículas, eritema e infiltración.

Los resultados obtenidos fueron tratados estadísticamente con la prueba de Wilcoxon para muestras pariasdas^(40.)

7.2.3.1 Encuesta realizada a los trabajadores expuestos de la fábrica la Rojeña, turno vespertino.

Se les pidió contestaran una encuesta a los trabajadores expuestos. El formato de este cuestionario se encuentra en el capítulo XIII anexo. No.13.2

7.3. Modelo estadístico.

Tabla No. 1 Modelo estadístico aplicado a este trabajo.

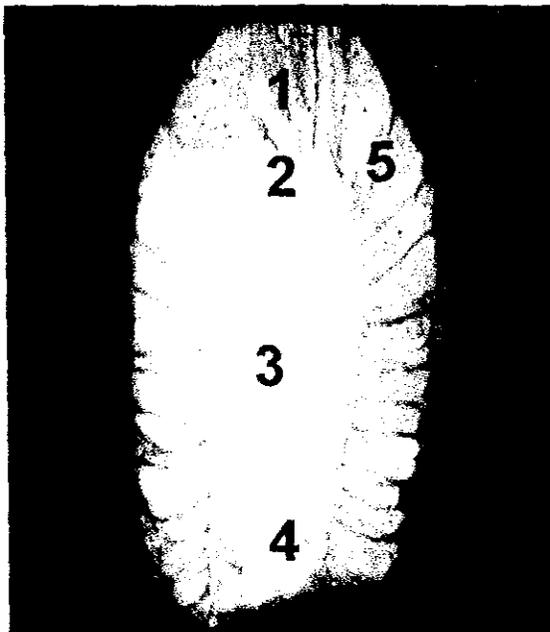
Tipo de estudio	Experimental.
Universo de estudio	Trabajadores que tienen contacto cotidiano diariamente con <i>A. tequilana</i> L. var Weber en el área de recepción y procesamiento de materia prima en la Fábrica "La Rojeña" ubicada en Tequila Jalisco. 18 trabajadores que rotan turnos matutino, vespertino y nocturno. Método de muestreo: azar
Tamaño de muestra	7 trabajadores Método de muestreo: azar
Definición de las unidades de observación	Pápulas
Definición del grupo control	Parche de polietileno con agua
Criterios de inclusión	Cualquier color de piel. Mayor de edad. Trabajador que pertenezca de la fábrica "La Rojeña" del turno vespertino que tenga contacto cotidiano con el agave.
Criterios de no inclusión	Menores de edad.
Criterios de exclusión	Si presentan lesiones anteriores, cicatrices en el área donde se indica hacer la prueba.
Definición operacional de variables	La prueba estadística determina si las lesiones dependen o no de los cristales de oxalato de calcio estableciendo una relación de dependencia. - : no reacción 1+ : Reacción no vesicular, solo eritema e infiltración 2+ : Fuerte reacción con vesículas, eritema infiltración. 3+ : Severa respuesta con vesículas, eritema e infiltración. IR : Solo presenta una reacción irritativa ? : Reacción dudosa.

Los resultados obtenidos fueron valorados a través de la prueba de signos y de rango con signo de Wilcoxon.

VIII RESULTADOS

8.1 Localización microscópica.

La siguiente fotografía señala la localización de las diferentes partes que integran la piña o cabeza de agave.



1. Cogollo
2. Meristemo
3. Mezontle
4. Base de la raíz
5. Base de hojas

Tabla No.2 Resultados de la observación microscópica de los cristales en diferentes partes de la piña.

Partes que integran la piña del agave.	Observación Microscópica	No. Foto
Cogollo	Pequeñas células redondas agrupadas en cadenas, numerosos cristales de oxalato de calcio en forma estaca.	1
Meristemo	Se localizan pocos cristales.	2
Hoja y base de hoja	Se encuentran cristales grandes, largos con puntas afiladas, células de forma irregular y abundante tejido conductor.	3
Mezontle	Se localizan muy pocos cristales	4
Base de raíz	Presencia de tejido conductor. Los cristales de oxalato de calcio se encuentra entre las células.	5



FOTO No. 1 Cristales de oxalato de calcio encontrados en cogollo.

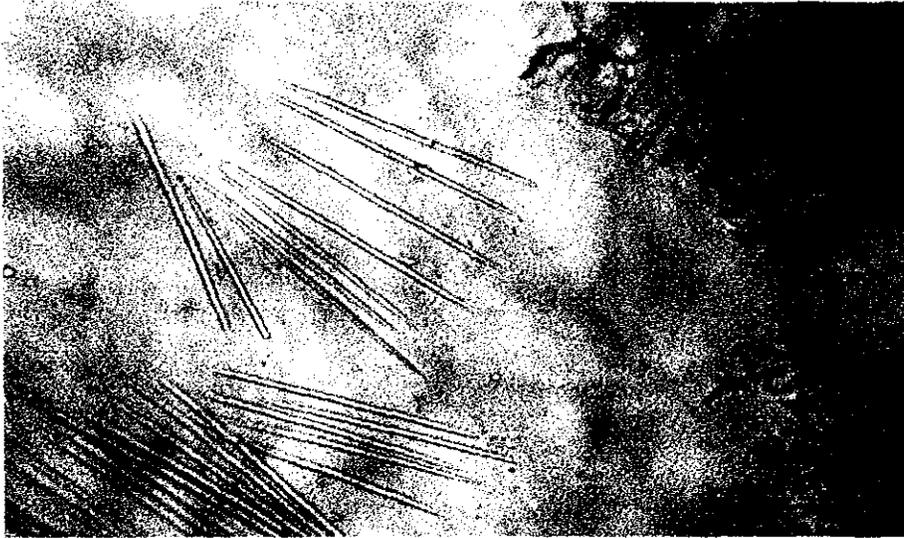


FOTO No. 2 Cristales de oxalato de calcio encontrados en meristemo.



FOTO No. 3 Cristales de oxalato de calcio encontrados en hoja y base de la hoja.

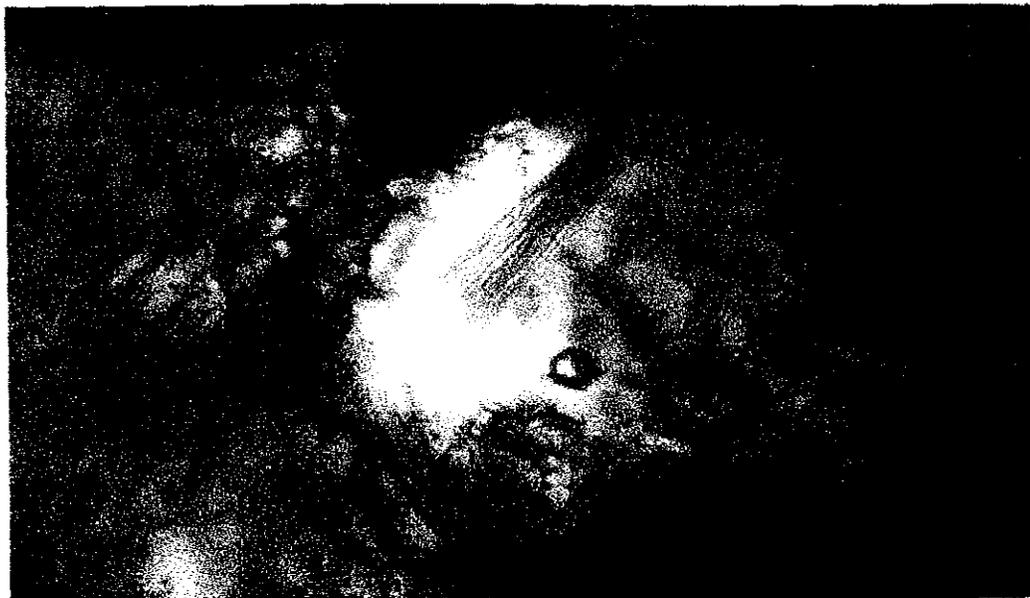


FOTO No. 4 Cristales de oxalato de calcio encontrados en mezquite.



FOTO No. 5. Cristales de oxalato de calcio encontrados en base de raíz.

8.2 Método de obtención.

Diagrama No. 2. Los cristales de oxalato de calcio se lograron extraer de acuerdo al método descrito en el capítulo VII (7.2.2.1) Fotos 6 y 7.

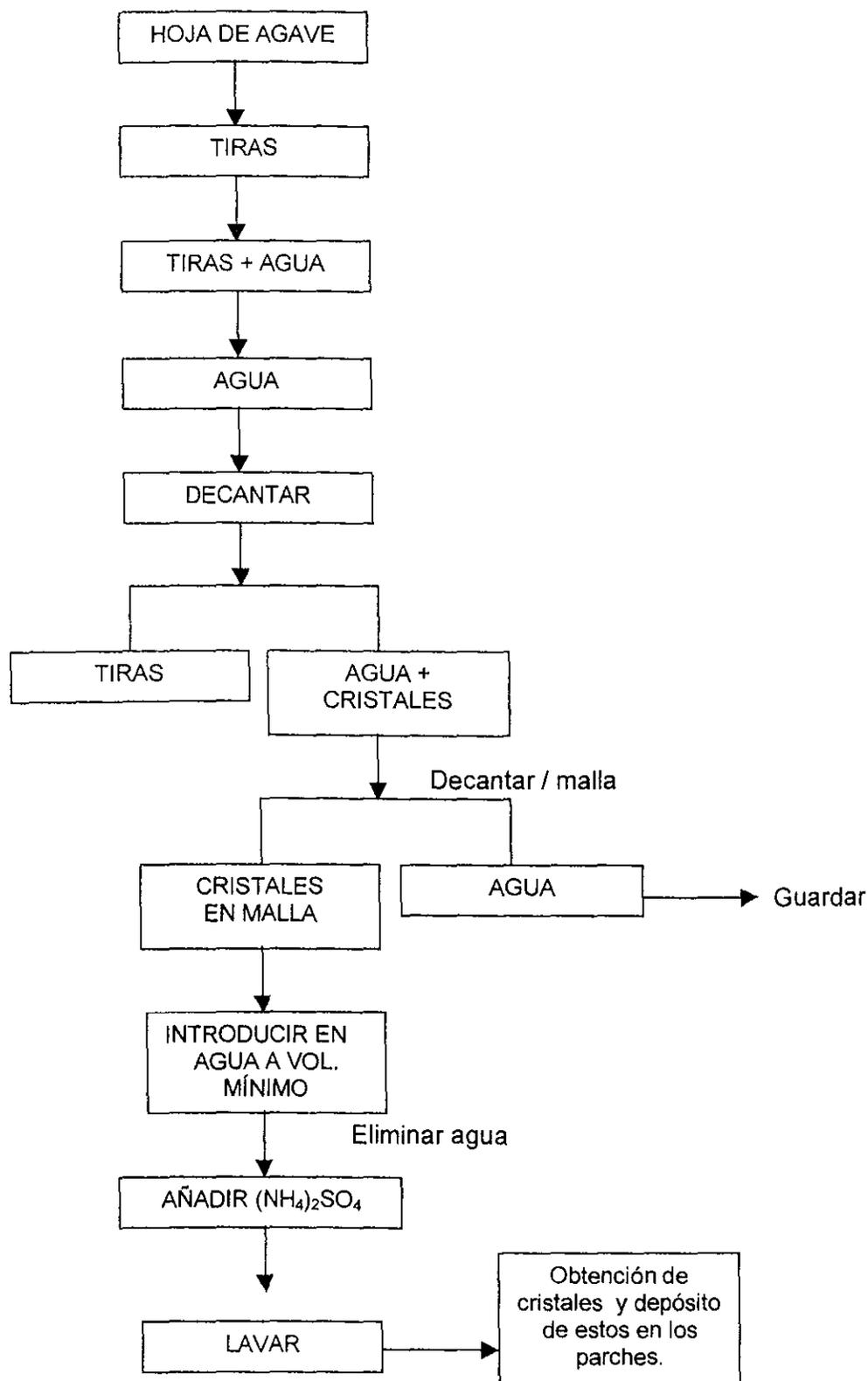




FOTO 6. Cristales de oxalato de calcio 50X sin filtro.

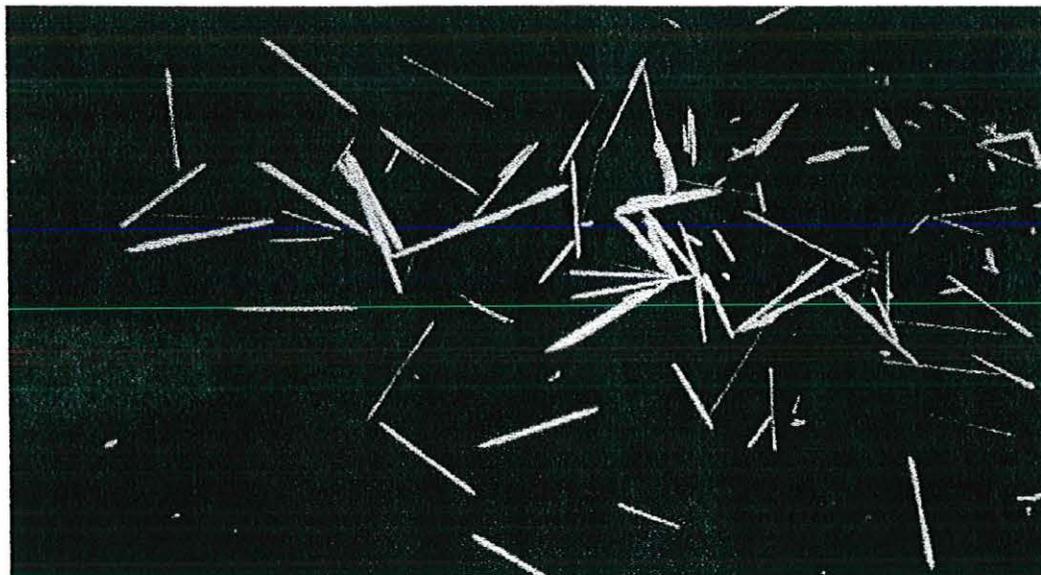


FOTO 7. Cristales de calcio de oxalato de calcio 50X con filtro.

8.3 Aplicación sobre el parche.

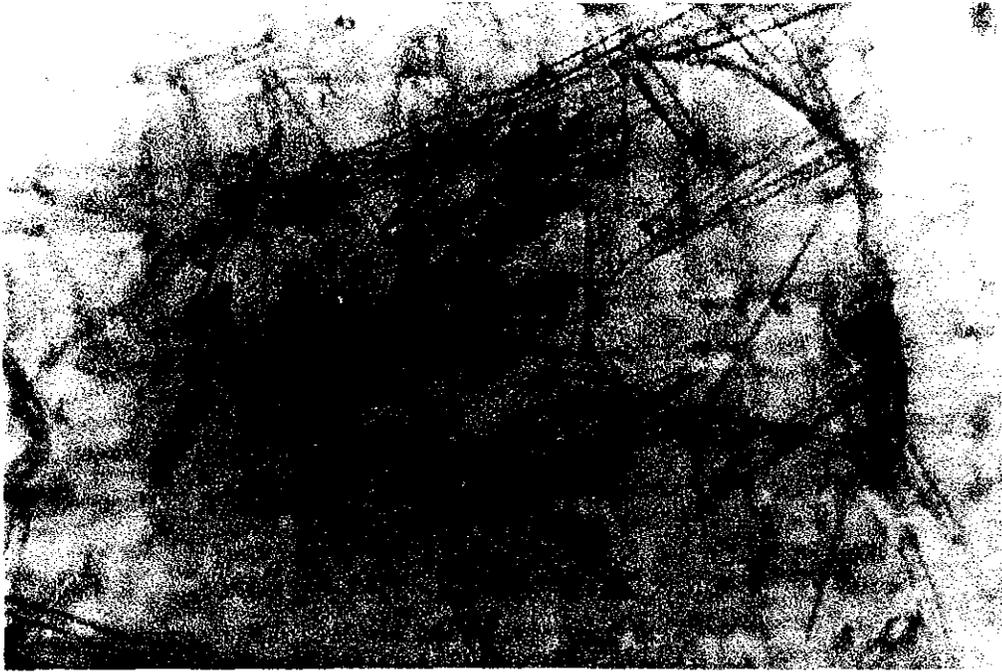


FOTO 8. Cristales de oxalato de calcio sobre el parche 150X sin filtro.



FOTO 9. Cristales de oxalato de calcio sobre el parche 150X con filtro.
1.5cm \cong 100 μ m

8.4 Encuestas.

Los resultados que arrojan las encuestas de 18 trabajadores expuestos al *Agave tequilana* L. var. Weber en la fábrica de la Rojeña de Casa Cuervo del turno vespertino señalan que:

Son hombres de diferentes edades, el 39% (7) con edades comprendidas entre los 18 a 25 años, el 44% (8) tienen entre los 26 y 35 años. El 17% (3) tiene entre 36 y 45 años. Gráfica 8.4.1.

El 31% señaló dedicarse a las actividades de mozo, es decir que participan en cualquiera de las siguientes encomiendas que se les indique: carga y descarga de agave, desgarre, introducción de piñas al horno, mover el agave de un lugar a otro. El 6% se dedica a la actividad de muestreador. El 6% hace el trabajo de descargador. El 6% es chofer. El 6% realiza actividad de centrifugador. El 13% son analistas del laboratorio. El 25% refirió dedicarse a las actividades de hornero de carga, mientras que el 13% es cargador de mezcal. Gráfica 8.4.2.

El 33% tiene nivel de estudios de primaria; el 28% tienen estudios de secundaria; un 17% tiene preparatoria y con estudios profesionales 22%. Gráfica 8.4.3.

El tiempo diario de contacto para el 100% de los trabajadores expuestos es de 8 horas diarias. Gráfica 8.4.4.

El 6% señalan que tienen 20 años; el otro 6% tiene 10 años; de 4 a 5 años un 17%; 3 a 4 años un 17%; 1 a 2 años el 27% y el restante 27% durante un año, en contacto cotidiano con el *Agave tequilana* L. var. Weber, durante su jornada laboral de 8 horas diarias. Gráfica 8.4.5.

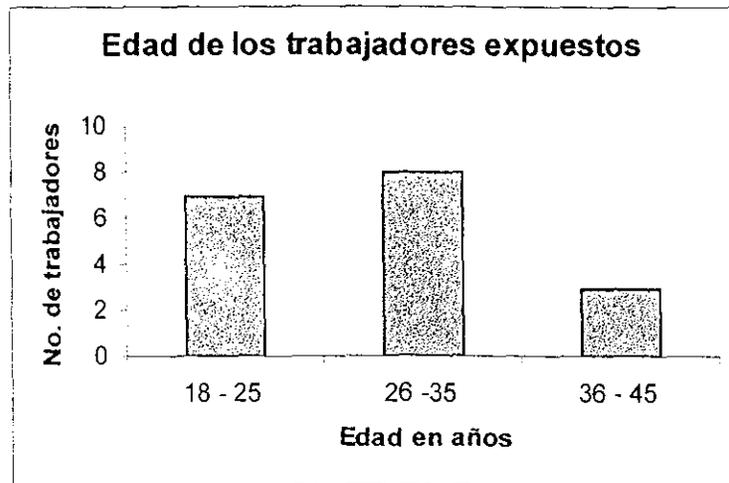
Las partes del cuerpo afectadas señaladas por los trabajadores fueron brazo derecho, izquierdo, cuello, muñecas y estómago. Gráfica 8.4.6.

El 83% manifestó que alguna vez ha sufrido daños en su piel a causa del contacto con *Agave tequilana* L. var. Weber. Mientras que el 17% manifestó nunca haber sufrido daño en su piel. Gráfica 8.4.7.

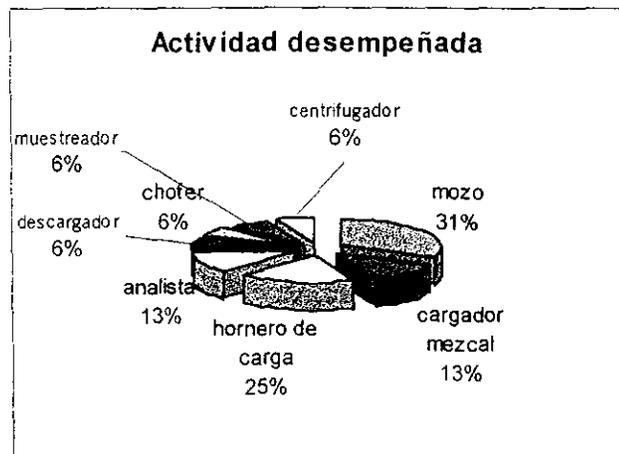
En relación al uso de equipo de protección el 100% indicó el uso de guantes, zapato de seguridad, casco, camisa de manga larga. Gráfica 8.4.8.

El 94% declaró que usa uniforme y el 6% usa uniforme y bata. Gráfica 8.4.9.

El 94% declaró que no ha visitado al médico a causa de lesiones dérmicas a causa del contacto con el agave. El 6% declaró que sí ha realizado visitas al médico. Gráfica 8.4.10.



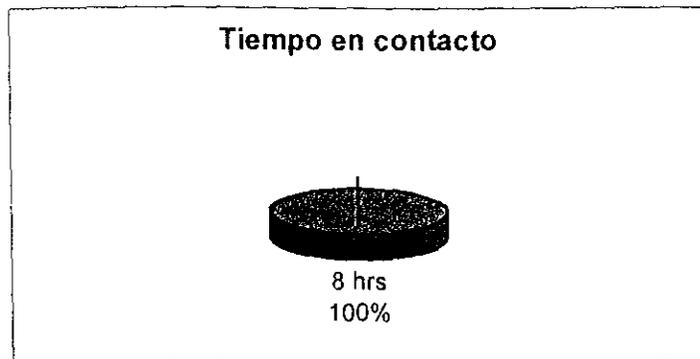
Gráfica 8.4.1. Edad de los trabajadores expuestos en la fábrica La Rojeña de Tequila Cuervo en el turno vespertino.



Gráfica 8.4.2 Actividad desempeñada de los trabajadores expuestos en la fábrica La Rojeña de Tequila Cuervo en el turno vespertino.



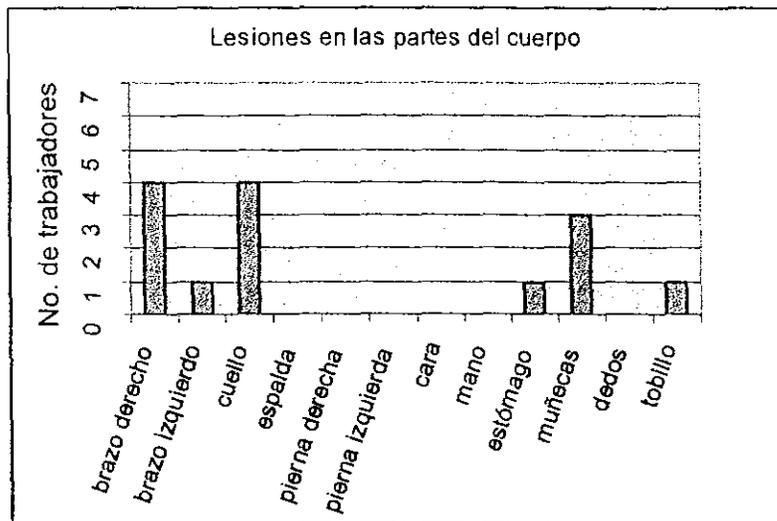
Gráfica 8.4.3. Nivel de estudios que tienen los trabajadores expuestos en la fábrica La Rojeña de Tequila Cuervo en el turno vespertino.



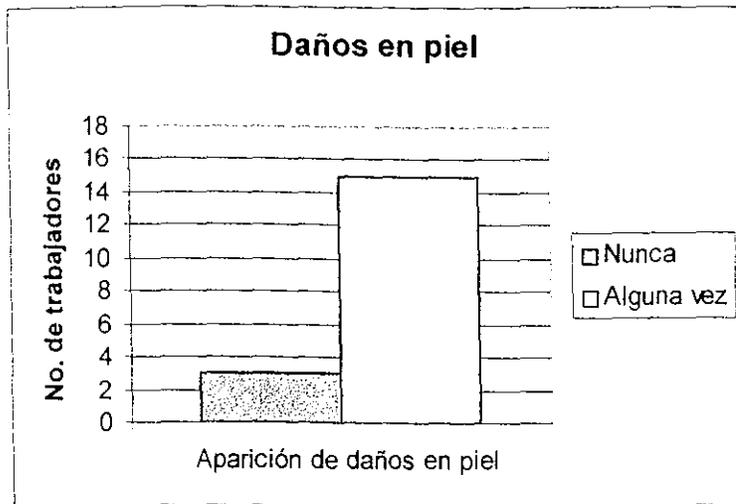
Gráfica 8.4.4. Tiempo de horas diario de contacto que tienen los trabajadores expuestos en la fábrica La Rojeña de Tequila Cuervo en el turno vespertino.



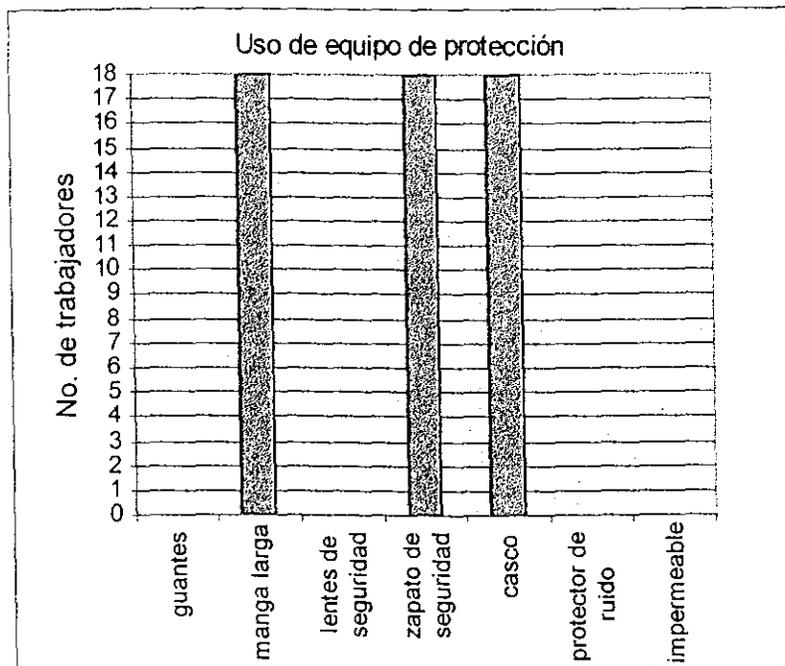
Gráfica 8.4.5. Años de trabajo en contacto con *Agave tequilana* L. var Weber que tienen los trabajadores expuestos en la fábrica La Rojeña de Tequila Cuervo en el turno vespertino.



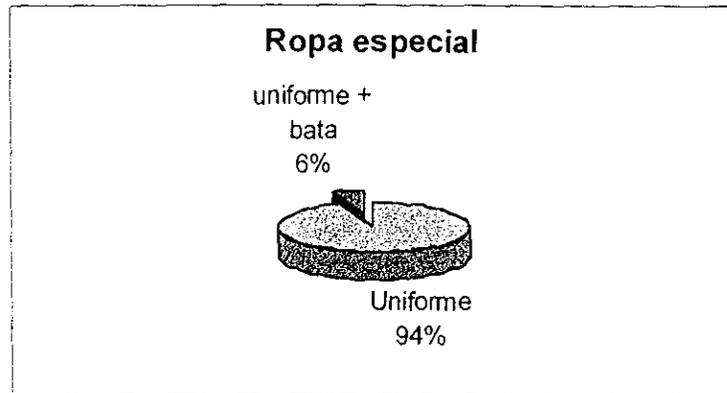
Gráfica 8.4.6. Partes del cuerpo con daño a la piel de los trabajadores expuestos en la fábrica La Rojeña de Tequila Cuervo en el turno vespertino.



Gráfica 8.4.7. Manifestación de daño a la piel que tienen los trabajadores en la fábrica La Rojeña de Tequila Cuervo en el turno vespertino.



Gráfica 8.4.8. Uso de equipo de protección por los trabajadores expuestos en la fábrica La Rojeña de Tequila Cuervo en el turno vespertino.



Gráfica 8.4.9. Uso de ropa especial por los trabajadores expuestos en la fábrica La Rojeña de Tequila Cuervo en el turno vespertino.



Gráfica 8.4.10. Visitas al médico por lesiones dérmicas a causa del contacto con el *Agave tequilana* L. var. Weber por parte de los trabajadores expuestos en la fábrica La Rojeña de Tequila Cuervo en el turno vespertino.

8.5 Prueba de Sensibilización.

Tabla No. 3 Resultados de la prueba del parche en trabajadores de Casa Cuervo, fábrica La Rojeña de Tequila, Jalisco.

Prueba del Parche				
Trabajador	Prueba	Parches		Posición de los parches.
		Agua	Cristales de oxalato de calcio	
1	1	-	-	A
	2	-	+	B
2	3	-	-	A
	4	-	-	B
3	5	-	-	A
	6	-	++	B
4	7	-	++	A
	8	-	-	B
5	9	-	++	A
	10	-	-	B
6	11	-	+++	A
	12	-	+	B
7	13	-	+++	A
	14	-	+	B

POSICIONES. A: anterior del brazo derecho B: posterior del antebrazo derecho

ESCALA:

- : No reacción.
- ? : Reacción dudosa
- 1+ : Reacción no vesicular, solo eritema e infiltración.
- 2+ : Fuerte reacción con vesículas y eritema e infiltración.
- 3+ : Severa respuesta con vesículas, eritema e infiltración.

8.6 Análisis estadístico.

Tabla No. 4 Señala los valores numéricos dados para los resultados en la prueba del parche señalados en el apartado 8.5 tabla No. 3 para los trabajadores del turno vespertino de la fábrica La Rojeña de Tequila, Jalisco, de acuerdo a la escala asignada.

Prueba del Parche				
Trabajador	Prueba	Parches		Posición de los parches.
		Valor numérico Agua	Valor numérico Cristales de oxalato de calcio	
1	1	1	1	A
	2	1	3	B
2	3	1	1	A
	4	1	1	B
3	5	1	1	A
	6	1	4	B
4	7	1	4	A
	8	1	1	B
5	9	1	4	A
	10	1	1	B
6	11	1	5	A
	12	1	3	B
7	13	1	5	A
	14	1	3	B

POSICIONES. A: anterior del brazo derecho B: posterior del antebrazo derecho

ESCALA:

Valor numérico asignado	
1	- : No reacción
2	? : Reacción dudosa
3	1+ : Reacción no vesicular, solo eritema e infiltración
4	2+ : Fuerte reacción con vesículas y eritema e infiltración.
5	3+ : Severa respuesta con vesículas, eritema e infiltración.

Prueba de Wilcoxon para muestras paradas.

Hipótesis nula.

H_0 : Los cristales de oxalato de calcio y el agua causan el mismo efecto sobre la piel.

Hipótesis alterna .

H_A : Los cristales de oxalato de calcio y el agua NO causan el mismo efecto sobre la piel.

$$\alpha = 0.05$$

Prueba (j)	Daño causado por agua (X_{1j})	Daño causado por cristal (X_{2j})	Diferencia ($d_j = X_{1j} - X_{2j}$)	Jerarquía Ld j	Jerarquía con signo + d_j	Jerarquía con signo - d_j
1	1	1	0			
2	1	3	-2	2		2
3	1	1	0			
4	1	1	0			
5	1	1	0			
6	1	4	-3	5		5
7	1	4	-3	5		5
8	1	1	0			
9	1	4	-3	5		5
10	1	1	0			
11	1	5	-4	7.5		7.5
12	1	3	-2	2		2
13	1	5	-4	7.5		7.5
14	1	3	-2	2		2

$$+\Sigma = 0$$

$$-\Sigma = 36$$

$$n = 8$$

$$T+ = 0$$

$$T- = 2+5+5+5+7.5+2+7.5+7.5+2 = 36$$

$$T_{0.05(2),8} = 3$$

Entonces $T+ < T_{0.05(2),8}$, H_0 es rechazada

Se acepta la hipótesis alterna: Los cristales de oxalato de calcio y el agua NO causan el mismo efecto sobre la piel.

$$0.01 < P(T- \text{ o } T+ \leq 3) < 0.02$$

donde,

n = Número de observaciones con diferencias distintas a cero.

IX DISCUSION

Las plantas suculentas, en particular las agavaceas son utilizadas en México para elaborar bebidas fermentadas tradicionales **mezcal, tequila, bacanora, sotol**, etc. Las principales se producen en el interior de la República Mexicana. A partir del jugo de tunas de algunas especies de *O. streptacantha*, *O. robusta* se prepara el **colonche**, bebida refrescante de bajo contenido alcohólico.

Los géneros *Carnegiea*, *Pachycereus*, *Rathbunia* y *Stenocereus*, son usados en el Noroeste de México para preparar el **saguaro**, bebida de gran consumo por las tribus de los pápagos de Sonora, Sinaloa y Nayarit y los seris.⁽²⁸⁾

P. weberi es usado para la producción de **vino de chico** elaborado en Oaxaca, con *S. griseus* se prepara también en Oaxaca la bebida, **vino de pitaya**. *L. williamsii*, *L. difusa* y *A. fissuratus* son especies utilizadas por grupos indígenas del norte, noroeste y oeste de México, en particular tarahumaras y huicholes para preparar la bebida llamada **jículi o hícure**.

La lista incluye numerosas especies del género que son usadas en México para preparar bebidas fermentadas tradicionales. El pulque, bebida muy popular en la República Mexicana es elaborada a partir del agua miel.

El **vino o sugui (tegüino) de maguey** es una bebida fermentada no destilada que preparan en Chihuahua algunos tarahumaras, a partir del *A. angustifolia* Haw y *A. bovicornuta*, el **sapuli o mezcal lechuguilla**.

El *A. tequilana* L. var. *Weber* y otras variedades *A. angustifolia* Haw, *A. rhodacontha* Trel y *A. cupreata* Trel son algunas especies de magueyes llamadas "magueyes de mezcal". A partir de *A. tequilana* L. var. *Weber* se obtiene la materia prima para fabricar el **mezcal del tequila**, con las otras especies mencionadas se preparan, sobre todo en los estados de Oaxaca y Guerrero, bebidas que reciben el nombre común de **mezcal**.

El **bacanora o mezcal bacanora**, bebida tradicional de Sonora, se obtiene del *A. pacífica* Trel.

Dasyliion leiophyllum: *D. wheeleri* S. Wats y *D. durangensis* Trel, son utilizadas para elaborar la bebida conocida con el nombre de sotol en algunos estados del norte de la República Mexicana, principalmente en Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas.⁽²⁸⁾

El tequila es una bebida que tiene gran demanda a nivel internacional, sin embargo el mezcal, el bacanora y el sotol sólo tienen aceptación en ciertas regiones de la República Mexicana, pero todas son bebidas muy apreciadas.

Durante algunas de las etapas del cultivo en el campo, así como en la recepción y al inicio del procesamiento de las materias primas durante los procesos manuales y/o industriales de las bebidas mencionadas con anterioridad, los trabajadores se encuentran expuestos a sufrir daños en su piel, ya que las plantas contienen en su interior cristales de oxalato de calcio y al ser destruidas sus piñas o cabezas junto con las hojas, los liberan y penetran en la piel produciendo desde una simple a una severa dermatitis, este fenómeno biológico sitúa a toda esta fuerza laboral que se dedica a la elaboración de bebidas alcohólicas dentro de un problema de salud ocupacional que se extiende hacia otros trabajadores que manipulan plantas, que al igual que el agave contienen cristales de oxalato de calcio.

El daño de los cristales de oxalato de calcio también afecta a los trabajadores de otras industrias que son importantes para otros países tal como sucede en Holanda, donde existe el cultivo e industrialización del tulipán, Bruynzell (1997) señala como agente causal al Tulipalin A (producto de hidrólisis del glicósido tuliposide), sin embargo todavía no se han hecho investigaciones para probar a través de la prueba del parche la posibilidad de que los cristales de oxalato de calcio o rafidios sean la causa de la dermatitis; tal como se hizo en este trabajo con el *Agave tequilana* L. var. Weber. ⁽³⁷⁾

El trabajador se expone al contacto con los bulbos al momento de cortarle la flor al bulbo (tecta); dejando listas las flores para su venta. La época de cosecha de los tulipanes sucede durante los meses de abril y mayo convirtiéndose en un problema temporal de salud ocupacional. Mientras que para los trabajadores del agave es un problema de salud laboral permanente.

Ambos fenómenos "dedos de tulipán" y "mal del agavero" están reconocidos como problemas donde los trabajadores conocen la causa y solo acuden al médico en casos muy severos. Así que raras veces ocurren al médico, razón por lo que no se lleva un registro oficial de tales padecimientos.

Los afectados por el fenómeno "dedos de tulipán" presentan en sus dedos secas fisuras, hiperqueratosis en la punta de sus dedos, pulpitis, cambios en sus uñas, eczema algunas veces con pústulas en dedos y manos. Las lesiones hiperqueratinosas y pustulosas bajo las uñas son dolorosas. Ocurren también eczemas en la cara, el cuello, los brazos y la región anogenital. ⁽³⁷⁾

Dentro de la industria del perfume en Italia, los trabajadores también tienen problemas de salud ocupacional porque los bulbos de *Narcisus jonquilla* y *Hyacinthus orientalis* contienen cristales de oxalato de calcio con formas de agujas y pequeños rombos. A los fenómenos que producen estas plantas se les conoce como "Dadoffil rash" y "Hyacinth itch" ocasionándoles de simples a severas dermatitis en las zonas de contacto al apartar la flor del bulbo.

La existencia de los 4 fenómenos anteriormente citados ocasiona un grave problema de salud laboral al igual que en México, ya que los trabajadores asisten por voluntad propia y generalmente no visitan al médico impidiendo así llevar un registro oficial de tales padecimientos, el cual sería de gran utilidad en el campo de la salud ocupacional para identificar el agente causal y así poder llevar a cabo programas de prevención y procurarles una mejor calidad de vida a esta fuerza laboral.

Bruynzeel señala que aplicó la prueba del parche con extracto de hyainth, con resultados negativos. Señala que otros compuestos tales como: fenil acetaldehído, bencil benzoato y eugenol pudieran estar involucrados en la aparición de este fenómeno.⁽³⁷⁾

Sin embargo, no se han realizado estudios experimentales para probar a través de la prueba del parche la aplicación de los cristales de oxalato de calcio o rafidios para descartar la posibilidad de que estos sean la causa; tal como se hizo en este trabajo para *Agave tequilana* L. var. Weber.

En México, en los campos donde se cultiva el *Agave tequilana* L. var. Weber tenemos problemas dentro de las fuerzas laborales porque ellos también padecen los siguientes problemas dérmicos, eritema, inflamación, pápulas y vesículas después de haber tenido contacto con el agave, llamado popularmente "MAL DEL AGAVERO".

Los trabajadores dedicados al cultivo del agave señalan que el daño que ocurre en su piel se presenta al realizar las siguientes actividades: durante el proceso de preparación de hijuelos: arranque y poda de hijuelos o barbeo de la semilla, al trabajador que sufre cuando le aparecen lesiones dérmicas, erosivas con prurito principalmente en cuello, brazos, torax, y cara, dando lugar a un cuadro de dermatitis por contacto.

En la fábrica, los cristales de oxalato de calcio o rafidios se encuentran principalmente frente a los hornos ya que al cortar las piñas o cabezas de agave, estos se dispersan ampliamente antes de ser introducidas al horno. Esta área de trabajo frente a los hornos representa una zona de riesgo para los trabajadores que allí laboran.

Los trabajadores están expuestos a sufrir daños en su piel al tener contacto con esta materia prima antes de la etapa de cocción.

Aquí se combina un problema de salud y el fenómeno natural de defensa de las plantas agaváceas que lesionan la salud del hombre.

Es muy importante reconocer e identificar este problema de salud ocupacional que afecta a los trabajadores y fue así que se decidió determinar la causa de tales afecciones, llevando a cabo el aislamiento de cristales de oxalato de calcio o rafidios y las pruebas del parche entre un grupo de individuos expuestos en la industria.

De acuerdo a la hipótesis, establecida en este trabajo, existe una concordancia entre los datos obtenidos experimentalmente y la evaluación estadística.

Los parches usados como control contenían agua, este líquido vital para la vida no produce lesiones en la piel, así su valor como control dentro de la prueba estadística fue fundamental para establecer las diferencias entre el daño causado por los cristales de oxalato de calcio y el agua.

La hipótesis alterna de que "los cristales de oxalato de calcio y el agua No causan el mismo efecto sobre la piel " se probó usando el método de Wilcoxon para muestras pareadas, con un nivel de confianza del 95%. De acuerdo a las evidencias experimentales se pudo constatar que los cristales de oxalato de calcio eran los causantes de dermatitis irritante primaria en los participantes voluntarios de esta prueba.

De acuerdo a las encuestas de los trabajadores expuestos en la fábrica La Rojeña en el turno vespertino, son personas con edades comprendidas entre los 18 a los 45 años de edad. Estas edades se encuentran dentro de la etapa productiva del hombre, la cual esta en posibilidad de dar lo mejor de sí mismo desde el punto de vista físico e intelectual al servicio de su patrón.

En esta etapa productiva el hombre genera su mayor aportación de ideas y fuerza física si se desarrolla en un entorno ambiental adecuado para llevar a cabo su trabajo. Por lo que es necesario darle una mejor calidad a su entorno ambiental laboral para que se desarrolle a su máximo potencial.

Con relación al desempeño cotidiano de actividades, los cargadores de mezcal, horneros de carga y mozos son los que tienen mayor contacto directo con el agave en comparación con las actividades que realiza el chofer y centrifugador, presentando un menor riesgo de sufrir lesiones en su pie. Se sugiere sería conveniente realizar un estudio de análisis de riesgos para cada actividad y clasificarla dentro del campo de la salud ocupacional con el objetivo de ayudar a mejorar la calidad de vida dentro de las horas laborales de cada individuo.

El nivel de estudios de los trabajadores expuestos es variado, existen algunos con estudios profesionales, otros con estudios de preparatoria, secundaria y algunos solamente primaria.

Esto podría indicar que a pesar del nivel de estudios que se posea, los trabajadores continúan laborando en condiciones de riesgo sin dar importancia el daño a su salud que pudiera llegar a ocasionarles el contacto diario con el agave.

El tiempo de contacto de los todos trabajadores expuestos es de 8 horas laborales diarias, con el riesgo por voluntad propia hacia un posible daño a su salud durante este período.

Los años de trabajo en contacto con el *A. tequilana* varía entre los trabajadores expuestos desde 1 hasta 20 años. Estas cifras parecen indicar que desde tiempo atrás los trabajadores han tenido y tienen un riesgo de salud ocupacional que sería recomendable evaluar con el fin de procurarles una mayor calidad de vida laboral y sobre todo para las futuras generaciones de individuos que formaran las fuerzas laborales.

Las zonas en el cuerpo principalmente afectadas que señalaron los trabajadores expuestos fueron su cuello, brazo derecho y muñecas ya que estos son los puntos de contacto al tomar la piña, cargarla encima de su cabeza e introducirla al horno. Esto sucede entre las etapas de recepción de materia prima y cocimiento.

La mayor parte de los trabajadores expuestos (83%) señaló que ha sufrido daños alguna vez en su piel a causa del contacto con el agave; esto indica que en este centro de trabajo existe un problema de salud ocupacional al cual hay que dirigir toda la atención por parte de los investigadores y patrones para que en una relación conjunta logremos disminuir o eliminar este problema que aqueja a los manipuladores de la industria del agave.

El equipo de protección que usan los trabajadores expuestos no es suficiente para protegerlos contra los daños que les ocasiona el contacto con el agave, porque los cristales atraviesan las mangas largas de sus camisas. Así que es urgente el diseño de ropa especial para detener el paso de estos cristales hasta la piel y así disminuir el riesgo de dañar su piel.

Las visitas al médico, de acuerdo a lo que señalaron los trabajadores expuestos no eran necesarias ya que están acostumbrados a sufrir este tipo de lesiones en piel que no son incapacitantes. Cabe señalar que la fábrica cuenta con un médico que les brinda atención especial a los empleados de la industria de Cuervo, lugar donde se llevo a cabo esta investigación. Sin embargo lo ideal es que nadie tuviera que visitar al médico por lesiones en piel y que todos los trabajadores tuvieran una excelente calidad de vida laboral.

Este documento de investigación desea convertirse en portavoz del sufrimiento humano, de aquellos los más humildes servidores de las industrias de bebidas alcohólicas que tienen como materia prima plantas agavaceas, tales como el *Agave tequilana* L. var. *Weber* con el fin de que los empresarios dirijan su mirada hacia la comprensión de su dolor moral y físico, y se decidan ayudar a mejorar las condiciones de trabajo de sus empleados. Así, hoy que se expresa públicamente la causa del daño, antes desconocida, se propone una sencilla solución desde el punto de vista preventivo.

La prevención es la mejor solución, se propone como resultado de esta investigación, el uso de una tela especial que permita la retención de los cristales de oxalato de calcio antes de tocar la piel. La medida preventiva sugerida es segura y sencilla fácil de llevar a cabo.

Así mismo, esto es un llamado hacia las autoridades competentes en el área laboral para que protejan a los trabajadores del agave.

Dentro de la Ley Federal del Trabajo ⁽⁴³⁾, en el capítulo VIII del artículo 279, se menciona que los trabajadores del campo son los que ejecutan los trabajos propios y habituales de la agricultura al servicio de un patrón, mientras que el artículo 283 apartado IV señala como obligación mantener en el lugar de trabajo los medicamentos y material de curación necesario para los primeros auxilios y adiestrar personal que los preste.

El artículo 513 en el apartado dermatosis puntos 61 y 63, menciona entre otros oficios a los cosechadores de caña y jardinería así como para laboratoristas con riesgo ocupacional, pero no incluye a los trabajadores del campo e industria dedicados al cultivo del agave.

El Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo (1997), en el capítulo VII, referentes al manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales y sustancias químicas peligrosas en el artículo 66 señala "que los centros de trabajo se deberá contar con un programa de seguridad e higiene para el transporte de materiales y sustancias químicas peligrosas en equipos y sistemas". El objetivo es proteger al trabajador expuestos.

Es necesario e importante hacer un último llamado para despertar las conciencias tanto de autoridades gubernamentales competentes del área laboral, como empresarios y comunidad científica para que se busque el mutuo apoyo en beneficio de los trabajadores de todas las comunidades dedicadas al cultivo e industrialización del agave, por medio de la inclusión a la ley Federal del Trabajo, la protección a los trabajadores del campo e industria del agave.

La salud ambiental va más allá del estudio y atención de los impactos negativos de un ambiente degradado sobre la salud de los individuos, requiere de la participación multi e interdisciplinaria para abordar y atender los problemas que se presenten. ⁽⁴⁴⁾

Así este proyecto se fundamenta como propuesta que sirva de apoyo a las autoridades en materia de salud para legislar o profundizar al respecto y para que los empresarios implanten programas de seguridad y salud ocupacional.

X CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La salud ambiental como parte de la salud pública se ocupa de las formas de vida, las sustancias, las fuerzas y condiciones del entorno del hombre, que pueden ejercer una influencia sobre su salud y bienestar, podemos darnos cuenta que las áreas que involucran su estudio y desarrollo son muy variadas puesto que la salud del hombre depende de innumerables factores ambientales. Por lo que es necesario promover la formación de recursos humanos especializados en el área de salud ambiental con elementos multidisciplinarios, para lograr mayores posibilidades de avances y logros en salud ambiental cuando se promueve la interacción entre áreas académicas, promoción, fomento hasta la prevención y control en problemas específicos.

De acuerdo a la observación microscópica realizada en la piña de agave, la distribución de los cristales es mayor en la parte de la base de las hojas debido principalmente a que estos cristales están cumpliendo su función de regular, concentrar y almacenar la luz, además de formar parte del mecanismo natural de defensa contra sus depredadores.

En cantidades menores se encontraron en el mezontle debido a que si se le aprecia desde el punto de vista mecanismo natural de defensa, en su interior sería la parte que se vería lesionada en segundo término por el depredador.

La extracción y purificación de los cristales de oxalato de calcio se logró a través del método descrito en el capítulo VII. Apartado 7.2.2. Cabe señalar que es una técnica original, diseñada para ser aplicada para otras especie de plantas con características similares al agave. El uso de está técnica permite la extracción de los cristales de oxalato de calcio para la realización de estudios cristalográficos. Dentro del campo de la investigación, será llave clave para la base de otros estudios que arrojen nuevos conocimientos a esa área.

Para la realización de la prueba del parche, es necesario la manufactura de los parches de polietileno con bordes marcados en toda el área de este, utilizando una malla de acero inoxidable ya que este grabado facilita la entrada de los cristales a la piel.

De acuerdo a los resultados presentados en el apartado 8.5 del capítulo VIII, se observa experimentalmente que los parches con cristales de oxalato de calcio producen lesiones dérmicas tales como pápulas, en los trabajadores participantes en esta prueba.

Además desde el punto de vista estadístico, la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas que aparece en el apartado 8.6 demostró la aceptación de la hipótesis alterna "Los cristales de oxalato de calcio y el agua NO causan el mismo efecto sobre la piel" con un 95% de confianza. Esto permite establecer que tanto experimental como estadísticamente que los cristales de oxalato de calcio producen dermatitis irritante primaria.

A partir de los resultados que arrojan las encuestas a los trabajadores expuestos al contacto con *A. tequilana* L. var. Weber en la fábrica de la Rojeña de Casa Cuervo se señalan varios puntos importantes:

Primero, sufren lesiones a causa del contacto con el agave en su cuerpo principalmente en cuello y brazo derecho.

Segundo, el equipo de protección aunque es el adecuado para un obrero industrial, no le es suficiente para el trabajador que esta expuesto al *Agave tequilana* L. var. Weber.

Sin embargo, ahora sobre la base de los resultados de este estudio, se podrá dar inicio a un nuevo trabajo de investigación: buscar las medidas seguras precautorias para evitar la introducción de los cristales de oxalato de calcio a la piel, tales como el uso de tela apropiada que sirva como red donde queden atrapados los cristales de oxalato de calcio, evitando así el contacto de ellos con la piel; crear una solución que ayude a solubilizar los cristales de oxalato de calcio antes de que estos penetren en la piel, sin dañarla.

A través de este documento, se hace una atenta y reflexiva invitación a Casa Cuervo para que nuevamente apoye el deseo de colaborar en la continuidad de este estudio, con el cual se podrá lograr un objetivo en común; el de procurarles a sus trabajadores, que tiene contacto con el *Agave tequilana* L. var. Weber una mayor calidad de vida durante sus horas laborales, lo cual evitaría el riesgo a enfermar así como reducir costos por daños a la salud e incapacidades en un futuro cercano.

XI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Valenzuela, A.G. 1994. El Agave Tequilero: Su Cultivo e Industrializacion. Editorial Agata. Guadalajara, Mexico.
2. Salinas,L., Ogura,T., Legorreta,E. y Soffchi, L. 1997. Ca and Mg in Agave Tequilana. V Congreso de Norteamerica de Quimica.Cancún, Quintana Roo.
3. Monje, P.V. and Baran, E.J. On the Formation of Weddellite in *Chamacereus Silvestrii*, a Catraceas Species From Northern Argentina. *Z. Naturforsch* 51:426-428, 1996.
4. Sutherland, J.M. and Sprent, J.I. Calcium Oxalate Crystal Cells in Determinate Root Nodules of Legumes. 161:193-200, 1984.
5. Zindler-Frank, E. 1994. Calcium, Calcium Oxalate Crystals, and Leaf Differentiation in the Common Bean. *Bot. Acta*. 104:229-232.1991
6. Reichenbacher F. W. Conservation of Southwestern Agaves. *Desert Plants*. 7:103-107, 1985.
7. Ishi, Y. Needle Crystal of Calcium-Oxalate Monohydrate Found in Plant. *J. Electron Microsc.* 41: 53-56, 1992.
8. Doaigey A.R. Ocurrence, Type and Location of Calcium-Oxalate Crystals in Leaves and Steams of 16 Species of Poisonous Plants. *American Journal of Botanic*. 78:12:1608-1616, 1991.
9. Stoner, J.G. and Rasmussen, J.E. Plant Dermatitis. *J. Am. Acad. Dermatol*. 9:1-15, 1983.
10. Khan S.1995. Calcium-Oxalate in Biological Systems. Editorial CRC Press. Estados Unidos de America.
11. Sunell, L.A. and Healey, P.L. Distribution of Calcium Oxalate Crystal Idioblasts in Leaves of Taro (*Colocasia Esculenta*). *American J. Bot.* 72(12) :1854-1860, 1985.
12. Bosa, E., Okoli and McEuen, A.R. Calcium-Containing Crystals in *Telfairia Hooker* (Cucurbitaceae). *American J. Bot.* 2(1): 834-837, 1985.
13. Berg. R.H. A Calcium Oxalate-Secreting Tissue in Branchlets of the Casuarinaceae. *Protoplasma* 183:29-36, 1994.

14. Traquair, J.A. Backscattered Electron Imaging as a Tool for Histochemically Localizing Calcium Oxalate with the Scanning Electron Microscope. *Can. J. Bot.* 65: 888-892, 1987.
15. Trockendrodt, M. Calcium Oxalate Crystal in the Bark of *Quercus Robur Ulmus Glabra*, *Populus Tremula* and *Betula Pendula*. *Annals of Botany.* 75:281-284, 1995.
16. Yasue, T. Histochemical Identification of Calcium Oxalate. *Acta Histochemica Cytochemica.* 2:83-85, 1969.
17. Wattendorf, J. A Third Type of Raphide Crystal in the Plant Kingdom: Six-sided Raphides with Laminated Sheaths in *Agave Americana* L. 130:303-311, 1976.
18. Nagata T. and Ishi, Y. A Rapid Method for Isolation of Mesophyll Protoplasts. *Canad. J. Bot.* 67:1920-1923, 1979.
19. Moschella, S.L. and Hurley, H.J. 1985. *Dermatology.* Vol.1. Second Edition W.B. Saunders Company. USA.
20. Freeman, C.E. and Reid, W.H. Aspects of the Reproductive Biology of *Agave Lechugilla* Torr. *Desert Plants.* 7:75-79, 1985.
21. Brazzelli, B., Romano, E., Balduzzi, A., and Borroni G. Acute Irritant Contact Dermatitis from *Agave Americana* L. 33:60, 1995.
22. Cassiano Conzatti. 1988. *Flora Taxonomica Mexicana*, Vol. 1. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México. México.
23. Hay R. 1976. *Diccionario Ilustrado en Color de Plantas de Interior.* Editorial Gustavo Gili. España.
24. Salinas, L., Avila J., Ogura T., Legorreta E. y Soffchi L. 1996. Aprovechamiento de Polifruktuosas en *Agave azul*. Congreso Nacional de Química. Guanajuato. México.
25. Reporte del Consejo Regulador del Tequila. 1998
26. Atlas Agropecuario Estados Unidos Mexicanos VII censo Agropecuario 1991 INEGI.
27. Burgess T. *Agave Adaptation to Aridity.* *Desert Plants.* 7:39-50, 1985.
28. Bhare, C.J. and Bradbury, D.E. Manufacture of Mescal in Sonora, Mexico *Economic Botany.* 34:391-400, 1980.
29. Cruz, R., Orellana, R. and Robert M.J. *Agave Research Progress in Yucatan. Symposium on the Genus Agave.* *Desert Plants.* 7(2):71-77, 1985.
30. Anuario Estadístico del Estado de Jalisco 1998.

31. Instituto Dermatológico de Occidente. Departamento de Registros Médicos y Estadísticos. Reportes de 1997,1998.
32. Magaña L.M. 1986. Introducción a la Dermatología. Editorial Mendez. España.
33. De Silva, D.L.R., Hetherington, A.M. & Mansfield, T.A. Where does all the Calcium Go? Evidence of an important Regulatory Role for Trichomes in two Calicoles. *Plant, Cell and Enviromet.* 96:880-886, 1996.
34. Rovell, R.1993. *Plants and the skin* Blackwell Scientific Publications.
35. Guin, D.1995 *Practical Contact Dermatitis. A. HandBook for the practitioner* Mc. Graw Hill Inc. USA
36. Julian, C.G. and Bowers, P.W. The nature and distribution of Doffoil Pickers rash *Contact Dermatitis.* 37:259-262, 1997.
37. Bruynzee P. *BulbDermatitis. Dermatological problems in the flower bulb industrial contact dermatitis.* 37(2):70-77, 1997.
38. Ward, D., Spiegel, M. and Salts, D. *Gazzelle Herbivory and Interpopulation Differences in Calcium Oxalate Content of Leaves of a Desert Lily.* *Journal of Chemical Ecology.* 23(2):333-346, 1997.
39. Duffus, J. 1983. *Toxicología Ambiental.* Ediciones Omega S.A. España.
40. Instituto Nacional De Estadísticas Geográfica e Informática. Reporte 1996. México.
41. Foro de Vinculación Reto y Oportunidades para el Aprovechamiento del Bagazo de Agave. Memorias 12 y 13 Julio, 1999. Guadalajara, Jalisco.
42. Zar. J.H. 1996. *Biostatistical Analysis.* Editorial Prentice-Hall, Inc. U.S.A.
43. Ley Federal del Trabajo.1997. Editorial Diana. México.
44. Garibay, G. 1997. *La Salud Ambiental. RETOS Y PERSPECTIVAS HACIA EL SIGLO XXI.* México.

XII GLOSARIO

Abrasión. Ulceración superficial de la piel o mucosas.

Achicalado. Es el reposo que tienen los hijuelos (plántulas de agave) para que cicatricen los cortes del rizoma y las hojas; este período no debe pasar de 10 días.

Acuminada. Tipo de ápice de hoja con márgenes rectos que terminan en un ángulo menor a los 45 grados.

Antesis. Se le llama al momento de abrirse la flor (floración).

Arranque o deshije (desahije). La obtención de hijuelos para plantación se realiza con el arranque, cortando con un barretón el rizoma que los une a la planta madre. En lugares como Tala, Acatic y Arandas también lo hacen con azadón maltratando mucho al hijuelo.

Arrastre. Es la cosecha total del último año de "jima", donde se cosechan las últimas plantas de cualquier tipo de calidad.

Barbeo (poda). Es la acción de cortar la parte superior de las hojas donde se encuentra la espina, según la edad y requerimiento para las labores. Para la región Tequila-Amatitán, el barbeo o poda tiene diferentes variantes, lo cual no ocurre en la zona de los Altos, pues esta labor no es muy acostumbrada. Conforme la edad del cultivo y las condiciones de plaga y enfermedades o siniestros, como heladas, el cultivo es barbeado.

Base de la hoja. Parte interna de la hoja que al "jimar" queda en la cabeza. Es la vaina en las monocotiledóneas.

Bulbos. Tallo subterráneo redondeado; yema de una planta.

Cabeza, piña o bola. Es la parte cosechable del mezcal, aprovechada para la producción de tequila. Contiene los azúcares (polisacáridos) que mediante el proceso industrial se convierten en tequila; está formada por la base de las hojas y el tallo o mezontle.

Coa de jima. Instrumento utilizado para la cosecha del agave.

Cogollo. Es la parte central del agave de donde se desprenden las hojas nuevas, por lo tanto, el punto de crecimiento de la planta.

Dermis. La piel, con mayor propiedad el corión o capa del tejido conjuntivo subyacente a la capa epitelial o epidermis, su espesor varía entre 0.6 mm y 3 mm. Se distinguen en

ella una capa papilar o papilífera y una capa reticular. Por debajo de la dermis se encuentra la hipodermis o capa subcutánea.

Descamación. Desprendimiento de elementos epiteliales, principalmente de la piel, en forma de escamas o membranas.

Eczema. Afección cutánea inflamatoria con aparición de vesículas, infiltración, exudado de un líquido seroso y desarrollo de escamas y costras. Las lesiones varían mucho en su aspecto, generalmente se acompañan de malestar, fiebre y otros síntomas generales, así como de prurito y dolor localizados.

Enzima proteolítica. La que convierte las proteínas en peptonas (como tripsina y papaína) sinónimo de proteasa.

Eritema. Enrojecimiento o manchas difusas en la piel, de muchas variedades, debido a congestión capilar que desaparece transitoriamente si se hace presión sobre la piel.

Erupción. Lesión cutánea visible, como máculas, pápulas, pústulas, etc.

Erupción papulosa. Erupción formada por pequeñas elevaciones sólidas o pápulas.

Eugenol. Principio líquido oleoso, alilguayacol $\text{OH.C}_6\text{H}_3(\text{OCH}_3).\text{C}_3\text{H}_5$, que se obtiene de la esencia de clavos, etc., usados como anestésicos y antisépticos.

Flecos. Es un tipo de orientación curvada.

Funeliforme. Es forma de embudo.

Glucósidos. Cualquiera de una serie de compuestos de ordinario de origen vegetal que por hidrólisis de glucosa y otro principio que suele llamarse aglicona. Químicamente un glucósido puede definirse como un compuesto hidrocarbonado formado por la unión de un azúcar con un elemento no hidrocarbonado con eliminación de agua.

Grados de madurez. Debido a que existen diferentes grados de madurez, estos se clasifican con términos diferentes:

- Mezcal desquiotado. Planta en que ya brotó el quiote o eje floral y se cortó.
- Mezcal anovillado o novillo. Este tipo de agave no florece, es decir, no brota quiote, por lo que en la madurez sólo se va cerrando el "cogollo" haciéndose pequeño.
- Mezcal hinchado. Antes de que "quiote" (emerja el eje floral) el mezcal o se anoville, la cabeza se hincha abriendo el ángulo de las hojas a partir de sus bases con coloraciones un poco amarillo-verdosas.
- Mezcal llegado. Es aquel mezcal "novillo cerrado" o "desquiotado" que ha pasado un período de seis meses de madurez.
- Mezcal pinto. Después de un período de seis meses a un año de ser "mezcal llegado", la planta comienza a mostrar manchas o coloraciones rojizas, lo cual indica que está al máximo de madurez.

Hijuelo. Incorrectamente llamada semilla, es la planta pequeña que procede de plantaciones comerciales de dos años de cultivo en delante.

Hiperqueratosis. Hipertrofia de la capa córnea de la piel o enfermedad cutánea caracterizada por la misma.

Hiperqueratosis subungueal. Hiperqueratosis que afecta el lecho de las uñas.

Infiltración. Deposito en el interior de un tejido de sustancias que no son normales en el mismo. Todo estado morbosos de un tejido debido a la presencia de una sustancia o de ciertas células que no son normales en el mismo.

Inflamación. Forma de reacción de los tejidos a los traumatismos o a la acción de un agente irritante o infeccioso. Se caracteriza por dolor, calor, rubor y tumor e histológicamente por hiperemia, estasis, alteraciones de la sangre y de las paredes de los vasos pequeño y por exudaciones diversas. Patológicamente se observa primero una vasoconstricción seguida de vasodilatación con retardo de la corriente sanguínea, acumulación y migración de leucocitos, exudación serosa y deposito de fibrina.

Jima (cosecha). Es la acción de cortar las hojas dejando la base de éstas y cortando la planta desde su base al ras del suelo, o bien antes de las hojas secas y endurecidas. Es propiamente la cosecha del agave en las que se cortan las hojas y el tallo subterráneo para obtener la "cabeza" o "piña".

Lanciolada. Hoja de base más o menos amplia atenuada hacia el ápice.

Mezcal. Se denomina a las plantas (agaves) destinadas a producir tequila o mezcal.

Mezontle. Parte de la planta formada por el tallo que tiene una textura granular; es el centro de la planta.

Pápula. Elevación eruptiva pequeña y dura de la piel; que generalmente termina por descamación.

Penca. Se denomina de esta manera a la hoja.

Prurito. Picazón intensa en la piel o mucosas.

Pústula. Elevación pequeña cutánea llena de pus o linfa.

Repando. Es un tipo de margen con entradas escasas, graduales e irregulares.

Rizoma. Es un tallo subterráneo también llamada "culebrilla" o "chirrión", que brota tallo enterrado de la planta y forma al hijuelo.

Savia. Jugo contenido en las plantas; especialmente el jugo que en las plantas vasculares circula por los conductos.

Semilla. Se conoce con este nombre al hijuelo del mezcal con el que se establecerán nuevas plantaciones, aunque esta denominación es incorrecta, ya que no es una semilla realmente.

Súrculo. Renuevo de una planta, generalmente de origen subterráneo o de un tallo viejo.

Tostoneo. Es la acción de cortar el rizoma de la planta o hijuelo al ras de la cabeza, quedando por debajo la circunferencia parecida a un "tostón" (moneda antigua).

Vesícula. Elevación del estrato córneo de la epidermis y separación de las partes adyacentes conteniendo líquido seroso.

XIII ANEXOS

13.1 Carta de consentimiento.

Fecha _____

La presente tiene como fin el invitarlo a participar en la siguiente investigación:

1. La investigación que se esta realizando consiste en dos etapas:

Primera etapa.

Observar y aislar los cristales de oxalato de calcio a partir del *Agave tequilana* L. var. Weber.

Segunda etapa.

Observar si los cristales de oxalato de calcio aislados son los causantes de la dermatitis por contacto en la pequeña zona de contacto (10 mm) con la piel de las personas participantes en este estudio utilizando la prueba del parche.

2. El objetivo de este estudio es el demostrar que los cristales de oxalato de calcio son los causantes de la dermatitis por contacto observada en la piel de las personas que manipulan el *Agave tequilana* L. var. Weber.

3. La utilidad de este estudio esta enfocada tanto a la comunidad dedicada al cultivo y manejo del agave así como a la comunidad científica.

En este estudio los conocimientos científicos serán aplicados con la objetivo de descubrir al agente causal de la dermatitis en la piel ocasionada por el *Agave tequilana* L. var. Weber con el fin de informarle a la comunidad científica los hallazgos encontrados, y una vez identificados a los cristales de oxalato de calcio como el agente causal sugerir plantear un método preventivo para darle solución a este problema de salud humana que afecta el bienestar humano de muchas personas que cultivan y manejan el agave.

4. No existe ningún riesgo para la salud de las personas participantes ya que durante muchos años atrás y actualmente se trabaja en el cultivo del agave sufriendo lesiones como pápulas, comezón y enrojecimiento en su piel sin que se les consideren lesiones incapacitantes para realizar su vida cotidiana. Es importante señalar que en este estudio la exposición a solamente se pondrá en contacto a la piel de cada uno de

los participantes aproximado de 50-100 cristales de oxalato en cada parche aplicado, esta cantidad es mínima comparada con los miles de cristales de oxalato de calcio a que se exponen diariamente en sus jornadas de trabajo.

5. La participación en este trabajo es voluntaria y con la libertad de tiempo de participación por ambas partes tanto del investigador como de la persona participante.

6. Este trabajo mantendrá en estado confidencial los nombres de los sujetos participantes.

7. Procedimiento a seguir en este trabajo de investigación:

7.1. Identificación de los cristales de oxalato de calcio en las diferentes partes de la piña del agave.

7.2. Observación microscópica de los cristales de oxalato de calcio.

7.3. Aislamiento de los cristales de oxalato de calcio en la piña del *Agave tequilana* L. var. Weber mediante un método de sedimentación.

7.4. Aplicación de la Prueba del Parche.

Se utilizarán dos parches de polietileno grabados, a uno de ellos se le agrega una gota de agua y en otros cristales de oxalato de calcio, realizando la dermoaplicación en la piel, asegurando el parche con cintas millipore hipoalergénicas Scanpore, Norgesplaster as, Vennessla, Norway.

Se aplicarán en la parte anterior del brazo y posterior del antebrazo

Estos parches se adhieren a la piel durante un lapso unos minutos. Pasado el tiempo de prueba 24 horas o antes se despega el parche de la piel y se reporta las lesiones observadas en la piel. No existiendo ningún riesgo a la salud y tampoco efectos colaterales.

8. Las persona participante en este estudio recibe el beneficio de la satisfacción de haber colaborado desinteresadamente en esta investigación que tiene como fin ayudar a contribuir con el mejoramiento de la salud humana.

9. La compensación por lesiones ocurridas en piel como resultado de este trabajo es darle soluciones médicas.

10. En pleno uso de mis facultades mentales consiento en participar voluntariamente en trabajo de investigación, ya que es mi decisión de colaborar con la investigación en forma desinteresada.

FIRMA DE PARTICIPANTE

DR. TETSUYA OGURA FUJII
Investigador responsable

Q.F.B. LORENZA SALINAS BARCENA
Investigador responsable.

13.2 Encuesta.

Fecha: _____

Lugar: _____

1. Datos Personales

Nombre: _____

Sexo: _____

Edad: _____

Escolaridad: _____

2. Actividades de trabajo que desempeña.

3. Tiempo que tiene desempeñando las anteriores actividades en su trabajo.

4. ¿Ha visitado al médico a causa de lesiones en su piel por el contacto con el agave?

5. ¿Usa ropa especial para desempeñar su trabajo? indique que tipo de ropa.

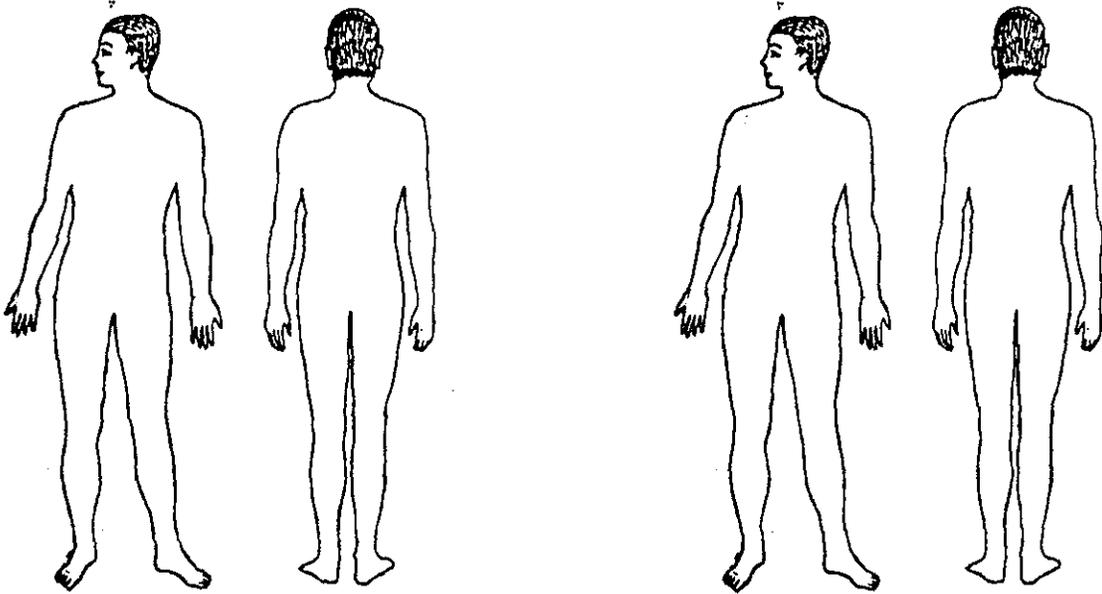
6. ¿Cuál fue la última vez que sufrió por la aparición de ronchas en su piel a causa del contacto con el agave? Señale con una cruz.

Si _____

Día o Fecha: _____

No _____

7. En la siguiente figura, señale los lugares en su cuerpo donde le aparecieron las ronchas en los últimos tres días o veces durante su trabajo.



A) El día de hoy.

B) El día de ayer o la vez anterior.
Día de la vez anterior: _____

13.3 Carta de aprobación del proyecto.



Dr. Enrique Verdugo Director Médico
Responsable de Seminario
Cátedra de Teoría
de la Medicina

Agosto 17 de 1996

La presente tiene como fin el notificarle que fue revisado el Proyecto "Los Orizontes de Oaxalaco de Calcio en el Agave Tequilano como Agente causal de la Orzofitosis por Contacto en personas expuestas entre - Agosto 1996", por el comité de investigación del Hospital, Dr. Angel Leado y del Área Clínica de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Guadalajara.

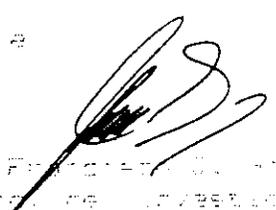
Encontramos que dicho estudio establece un buen margen de seguridad del paciente, no atenta contra su bienestar, respeto su confidencialidad, además de que se apega a los acuerdos de Helsinki y sus posteriores revisiones y cuenta con carta de consentimiento de participación.

Por lo que lo consideramos adecuado para su desarrollo.

Le solicitamos nos envíe reporte de avance y el reporte de terminación del caso la referencia de publicación cuando se lleve a cabo.

Atentamente


Dr. Enrique Verdugo
Catedra de Teoría de Investigación
del Hospital, Dr. Angel Leado


Dr. Francisco J. Gomez Barrios
Comité de Investigación del
Hospital, U.A.G.