



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

**ALTERNATIVA SUSTENTABLE DE PREVENCIÓN
CONTRA EL “PICUDO” EN AGAVE PULQUERO EN
EL EJIDO OXTOYÁHUATL, TEOTIHUACÁN,
ESTADO DE MÉXICO.**

T E S I S

QUE PRESENTA:

**Camacho Hernández Liliana
Contreras Ramírez Frida Eloisa**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADO EN PLANIFICACIÓN PARA
EL DESARROLLO AGROPECUARIO**

ASESOR: Dr. CARLOS RICARDO MENÉNDEZ GÁMIZ

Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México, 2019.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Gracias:

A la Universidad Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Aragón por acogernos durante la carrera, por permitirnos tener un desarrollo profesional y personal ofreciéndonos las herramientas necesarias para nuestro aprendizaje.

A la carrera de Planificación para el Desarrollo Agropecuario, por otorgarnos una conciencia diferente para valorar el campo mexicano como a las personas que lo integran. Gracias a ella podremos aportar un cambio a nuestro país a través de este sector.

A nuestra familia, por su apoyo incondicional porque a través de los sacrificios que realizaron a lo largo de nuestras vidas pueden sentirse orgullosos de sus hijas por el primero de muchos logros.

A nuestros profesores por instruirnos con sus conocimientos, por su apoyo, consejos y aportaciones a nuestra investigación; Huerta Álvarez, Esthela; Romero Delgado, Oscar; González, Alfredo; Cedillo Portugal, Eugenio; De la O, Ariel; Hernández Soto, José; Flores Quezada, Eduardo; González Ángeles Roberto y Hernández Arango, Maribel.

A los productores de agave del Ejido Oxtoyáhuatl, especialmente al C. Antonio y Adrián por su calidez, generosidad, solidaridad y conocimientos brindados en todas las visitas de campo, con su aportación se lograron los propósitos de esta tesis y a través de su criterio comprendimos que su labor como productores de agave pulquero es invaluable porque representa y enriquece nuestra identidad como mexicanos y esto nos hace sentir orgullosas de haber formado parte de su proyecto.

A nuestro asesor Menéndez Gámiz, Carlos Ricardo por permitirnos un primer acercamiento con los productores del Ejido, por el tiempo que nos brindó en todas sus asesorías y sus opiniones que lograron reforzar nuestra investigación.

Gracias:

A Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Rosalba, por haberme apoyado en todo momento durante todo mi proyecto estudiantil, por ese amor incondicional, por su comprensión, por hacerme una persona de bien, mi más grande amor, la mujer de mi vida. ¡Gracias por darme la vida!

A mi padre Juan, por su infinito amor, por su preocupación, el estar al pendiente de mí en cada momento, por sus consejos sabios que han formado cada etapa de mi vida, al ser que más admiro y respeto, mi primer maestro. ¡Te amo papá!

A mis hermanos Andrés y Jorge, porqué siempre han estado en cada instante conmigo, quienes han sido mi ejemplo de la perseverancia y esas ganas de luchar por cada logro que uno se propone, son mi más grande orgullo. ¡Los quiero mucho!

A mi mejor amiga Mariana, porqué sino fuera por sus consejos y su motivación quizás tendría otro camino en la vida, por estar cuando más la necesito, por sus sabias palabras y consejos, la persona más incondicional en mi vida.

A mi compañera de tesis y mi mejor amiga Frida, por haberme acompañado durante toda la trayectoria de la carrera, por compartir la misma meta de nuestra titulación, demostrando que se puede trabajar en equipo, respetando ideas, siendo responsable, pero sobre todo por su constancia y bella amistad.

A mis maestros, personas de gran sabiduría por sus ganas de transmitir sus conocimientos y dedicación, compañeros que estuvieron conmigo apoyando cada logro y decisión, la Universidad Nacional Autónoma de México en especial a mi Facultad de Estudios Superiores "Aragón" por permitirme usar parte de sus instalaciones, me siento orgullosa de permanecer parte de estas casas de estudios.

Camacho Hernández Liliana

Dedicatoria

A mis padres; espero de todo corazón que se sientan orgullosos y dichosos de lo que hasta ahora he realizado, porque gracias a todos los medios necesarios que me brindaron durante mi educación me permitieron terminar esta etapa de mis estudios.

Principalmente le dedico este esfuerzo a mi madre, por convertirme en la persona que ahora soy, porque gracias a su ejemplo soy perseverante, pues me mantuvo constante en el arduo camino de mi preparación educativa. Y porque todos los sacrificios que ha realizado desde mi primer día de vida hasta el día de hoy, se transforman en un logro que también le pertenece tanto como a mí. ¡Gracias por todo tu amor y apoyo!

A mis hermanas menores; para que hallen motivación en el camino académico, pero sobre todo que comprendan que son capaces de lograr todo lo que se propongan. Y que pueden contar con mi apoyo incondicional en todo momento de sus vidas.

A Mi abuela, mi segunda madre; por ser mi ejemplo a seguir le doy gracias por apoyarme constantemente a lo largo de mi vida, por sus consejos y enseñanzas, por hacerme sentir afortunada de tener una abuela increíble que sé que estará presente en las buenas y malas. Ahora puede sentirse orgullosa por este logro alcanzado.

A mi compañero de vida; por compartir momentos tan gratos como este, por estar conmigo cuando necesitaba de su ayuda, su ánimo y buena energía, que tenga por seguro que también contará conmigo siempre. Le dedico este esfuerzo para que encuentre motivación en no declinar en sus objetivos.

A mi compañera tesista; por ser una gran amiga y gran persona, porque a pesar de las dificultades que se presentaron en la investigación, juntas logramos ser un gran equipo y espero que con este trabajo aumente su interés en seguir creciendo profesionalmente, gracias y mucho éxito amiga mía.

Contreras Ramírez Frida Eloisa

ALTERNATIVA SUSTENTABLE DE PREVENCIÓN CONTRA EL “PICUDO” EN AGAVE PULQUERO EN EL EJIDO OXTOYÁHUATL, TEOTIHUACÁN, ESTADO DE MÉXICO.

Introducción	i
Justificación	iii
Planteamiento del problema	v
Objetivos	vii
→ General	vii
→ Específicos.....	vii
Hipótesis	viii
Metodología	viii
Capítulo I. Descripción de la zona de estudio	1
I.1 Localización geográfica	1
I.2 Relieve y condiciones climáticas	4
I.3 Condiciones edáficas	5
I.4 Producción de Agave en el Ejido Oxtoyáhuatl	7
I.5 Situación demográfica	8
I.6 Análisis comparativo en índices socioeconómicos del Ejido de Oxtoyáhuatl	9
I.7 Ley del Maguey para el Estado de México	13
Capítulo II. Características del Maguey Pulquero (<i>Agave salmiana</i>)	15
II.1 Antecedentes del Agave Pulquero.....	15
II.2 Variedades de Agave en el Ejido de Oxtoyáhuatl	16
II.3 Taxonomía del Agave salmiana	17
II.4 Descripción del Agave.....	18
II.4.1 Propagación del <i>Agave Salmiana</i>	20
II.5 Requerimientos de adaptación	21
Capítulo III. Características generales del insecto plaga “picudo” (<i>Scyphophurus acupunctatus</i>)	23
¿Qué es una Plaga?	23
III.1 Antecedentes de la plaga	25

III.2 Distribución mundial	25
III.3 Situación en México	26
III.4 Ciclo biológico de <i>Scyphophorus acupunctatus</i> “picudo”	27
III.5 Daños del picudo en el cultivo de Agave	31
III.6 Condiciones favorables del picudo	34
III.7 Porcentaje presente de plantas afectadas por la plaga en el Ejido Oxtoyáhuatl	35
Capítulo IV. Una alternativa sustentable en el Ejido Oxtoyáhuatl.....	41
IV.1. Concepto de desarrollo sustentable	41
IV.2 Agricultura sustentable y el papel del agricultor	42
IV.2.1 Participación del agricultor.....	43
IV.3 ¿Cómo se llega al Manejo Integrado de Plagas?	44
Capítulo V. Manejo integrado de la plaga “picudo” (<i>S. acupunctatus</i>)	47
V.1 ¿Qué es el Manejo Integrado de Plagas?	47
V.2. Antecedentes de los métodos más utilizados por los productores.....	48
V.3 Elementos del Manejo Integrado de Plagas	49
V.3.1 Control cultural	50
V.3.2 Control químico	54
V.3.3 Control mecánico-físico	59
V.3.4 Control biológico.....	62
V.4 Criterios de sustentabilidad del MIP mediante herramientas participativas	65
V.4.1 Herramientas de participación de identificación y selección del MIP.....	65
Capítulo VI. Análisis de costos productivos del agave pulquero mediante aplicación del manejo integrado del picudo	71
VI.1 Labores de producción de agave pulquero	71
A) Preparación del terreno.....	72
B) Siembra/trasplante	73
C) Labores culturales.....	74
D) Cosecha.....	75

VI.2 Costos Totales de producción de Agave Pulquero	75
VI.2.1 Costos actuales de control para el picudo	78
VI.3 Costos del Manejo Integrado de Plagas.....	79
VI.3.1 Control Cultural.....	79
VI.3.2 Control Químico.....	81
VI.3.3 Control Mecánico-Físico	83
VI.3.4 Control Biológico	84
VI.4 Beneficio/Costo del MIP	85
VI.4.1 B/C Control Cultural.....	88
VI.4.2 B/C Control Químico.....	89
VI.4.3 B/C Control Mecánico- Físico	90
IV.4.4 B/C Control Biológico.....	91
VI.5 Selección de los métodos más rentables.....	92
Resultados y discusión	95
Conclusiones.....	101
Propuestas.....	105
Fuentes de consulta.....	113
Anexos	128
Cuestionario	128
Calendario de actividades en campo.....	130
Archivo fotográfico.....	131
Índice de gráficas	
Gráfica 1. Indicadores socioeconómicos de INEGI en el Ejido Oxtoyáhuatl.	10
Gráfica 2. Indicadores socioeconómicos de CONAPO en el Ejido Oxtoyáhuatl.....	11
Gráfica 3. Porcentaje de plantas afectas en la parcela 1.....	36
Gráfica 4. Porcentaje de plantas afectadas por el picudo en la parcela 2.....	37

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas y herramientas de trabajo utilizadas en el Ejido Oxtoyáhuatl	x
Tabla 2. Datos físicos del Ejido Oxtoyáhuatl y número de plantas totales de las dos parcelas de estudio.....	8
Tabla 3. Indicadores demográficos en el Ejido Oxtoyáhuatl.....	8
Tabla 4. Comparación de indicadores socioeconómicos de INEGI y CONAPO del Ejido Oxtoyáhuatl.	9
Tabla 5. Indicadores socioeconómicos de productores de agave en el Ejido Oxtoyáhuatl.	12
Tabla 6. Taxonomía de agaves pulqueros del Valle de México.	16
Tabla 7. Características de los agaves más comunes en el Ejido Oxtoyáhuatl.....	17
Tabla 8. Ciclo Biológico del picudo (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>).	30
Tabla 9. Clasificación de las temperaturas para el desarrollo de <i>Scyphophorus acupunctatus</i>	34
Tabla 10. Clasificación de las precipitaciones para el desarrollo de <i>Scyphophorus acupunctatus</i>	34
Tabla 11. Porcentaje de plantas afectadas por el picudo en la parcela 1.....	35
Tabla 12. Porcentaje de plantas afectadas por el picudo en la parcela 2.....	36
Tabla 13. Nivel de severidad por la plaga picudo en el agave <i>Salmiana</i>	38
Tabla 14. Ventajas y desventajas del Control Cultural.....	53
Tabla 15. Ventajas y desventajas del Control Químico.....	58
Tabla 16. Ventajas y desventajas del Control Mecánico- Físico.	61
Tabla 17. Ventajas y desventajas del Control Biológico.....	64
Tabla 18. Costos agrícolas totales de Agave pulquero en el Ejido Oxtoyáhuatl.....	76
Tabla 19. Métodos de control actual de la plaga picudo, utilizado en la parcela uno de estudio del Ejido Oxtoyáhuatl.....	78
Tabla 20. Presupuesto del control cultural.....	80
Tabla 21. Presupuesto de control químico.	82
Tabla 22. Presupuesto del control mecánico-físico.....	83
Tabla 23. Presupuesto del control biológico	84
Tabla 24. Ingresos totales del Agave pulquero.....	86
Tabla 25. Proyección a 3 años del control cultural para la obtención de B/C.....	88
Tabla 26. Proyección a 3 años del control químico para la obtención de B/C.....	89
Tabla 27. Proyección a 3 años del control mecánico-físico para la obtención de B/C.....	90

Tabla 28. Proyección a 3 años del control biológico para la obtención de B/C	91
Tabla 29. Comparativo de Beneficio/Costo de cada método de control de plagas.....	92
Tabla 30. Propuesta de calendario para el manejo sustentable de la plaga picudo en el cultivo del Agave salmiana en el Ejido Oxtoyáhuatl.	110

Índice de imágenes

Imagen 1. Localización del "Ejido de Oxtoyáhuatl (Barrio Purificación)", y límite del Ejido dentro del Municipio de Teotihuacán.	2
Imagen 2. Localización de parcelas dentro del Ejido Oxtoyáhuatl.	3
Imagen 3. Mapa climatológico del Ejido de Oxtoyáhuatl.....	4
Imagen 4. Tipo de suelo que predomina en el Ejido de Oxtoyáhuatl.	5
Imagen 5. Indicadores de suelo del Ejido Oxtoyáhuatl.	6
Imagen 6. Partes del Agave.	20
Imagen 7. Mapa de distribución mundial del picudo de agave <i>Scyphophorus acupunctatus</i>	26
Imagen 8. Ciclo biológico del picudo.	31
Imagen 9. Daños directos ocasionados por larvas y adultos del picudo.	32
Imagen 10. Nivel 0 de severidad por la plaga picudo.	38
Imagen 11. Elementos del Manejo Integrado de Plagas.....	50
Imagen 12. Mapa conceptual de las técnicas aplicadas en el Ejido Oxtoyáhuatl del Control Cultural.	51
Imagen 13. Mapa conceptual de las técnicas aplicadas en el Ejido Oxtoyáhuatl del Control Químico.	55
Imagen 14. Mapa conceptual de las técnicas aplicadas en el Ejido Oxtoyáhuatl del Control Mecánico-Físico.....	59
Imagen 15. Mapa conceptual de las técnicas más aplicadas del Control Biológico.	63
Imagen 16. Situación actual de control de plagas del Ejido Oxtoyáhuatl.	65
Imagen 17. Clasificación del MIP de acuerdo al interés del productor.....	69
Imagen 18. Mapa de actividades de producción de agave pulquero.	71
Imagen 19. Matriz de evaluación del uso de métodos de control del picudo en el Ejido Oxtoyáhuatl.	96

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Producción de agave extensivo.....	131
Ilustración 2. Agave Salmiana variedad Manso.....	131
Ilustración 3. Agave Salmiana variedad Cenizo.	132
Ilustración 4. Pudrición de agave por la plaga del picudo.....	132
Ilustración 5. Rotación de cultivo con maíz	132
Ilustración 6. Control químico con técnica de trapeo con feromona.....	133
Ilustración 7. Eliminación de órganos infestados.....	133
Ilustración 8. Larva del picudo en la penca.	133
Ilustración 9. Picudo adulto.	134
Ilustración 10. Aplicando herramientas participativas con los productores.	134
Ilustración 11. Reproducción de agave mediante semilla.....	134
Ilustración 12. Muestreo "cinco de oros" de agaves afectados por picudo en parcela 1.	135
Ilustración 13. Muestreo "cinco de oros" de agaves afectados por picudo en parcela 2.	135
Ilustración 14. Delimitación espacial de parcela número 1 de estudio.....	135
Ilustración 15. Delimitación espacial de parcela número 2 de estudio.....	135
Ilustración 16. Colindancia entre parcela 1 y 2 de estudio.....	135



Introducción

El Agave *Salmiana* fue una planta fundamental en la vida de los pueblos de Mesoamérica, formando a lo largo de su historia toda una tradición nacional que hasta ahora sigue existiendo, aunque el interés hacia esta planta fue disminuyendo gradualmente desde el siglo XIX con campañas de desprestigio de otras bebidas alcohólicas, introducción de plagas o simplemente desinterés social hacia el cultivo. Sin embargo, al inicio del año según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2019) mencionó que “Se tuvo una producción nacional de 10.9 millones de litros; 18.1% más que enero 2018 en todo el país, lo que nos habla de un nuevo surgimiento de producción”.

Al ser una planta adaptativa por no necesitar muchos requerimientos agrícolas promete ser una buena alternativa sustentable para aquellas comunidades interesadas en la producción de esta planta, por tal motivo se debe generar conciencia del rescate de la producción de agave y por ende reducir plagas malélicas para aprovechar al máximo este cultivo.

Es así como esta investigación esboza una amplia recopilación de información del Ejido Oxtoyáhuatl, en el municipio de Teotihuacán, Estado de México, obtenida a través de información bibliográfica y de campo sobre la plaga *Scyphophorus acupunctatus* “picudo”, en el agave pulquero, el manejo integrado de plagas por medio de técnicas importantes para el control del mismo evaluadas a través de criterios de sustentabilidad que se usan actualmente y aquellas que podrían implementarse en el Ejido.

El trabajo de tesis contiene seis capítulos, englobando en cada uno información bibliográfica, visitas exploratorias con entrevistas, encuestas y herramientas participativas que ayudaron a entender y obtener datos específicos de la situación del escenario actual de la plaga en el agave pulquero.

En el capítulo uno se muestra la descripción geográfica del Ejido eligiendo dos parcelas que son las que cuentan con mayor número de agaves y en la cual una de ellas tiene un ciclo completo de producción de agave y obtención de aguamiel, por lo tanto son las que durante toda la investigación se tomaron como muestra. Así mismo se encuentran datos demográficos, socioeconómicos e información climatología, edafológica y relieve del Ejido Oxtoyáhuatl.



En el segundo capítulo se detallan las características generales del *Agave Salmiana* como taxonomía, variedades, descripción botánica y requerimientos de adaptación.

Dentro del capítulo tres se describe el insecto plaga *Scyphophurus acupunctatus*, caracterizando la morfología, antecedentes, distribución y los daños provocados en el cultivo, también se presenta un porcentaje actual de plantas afectadas en las parcelas de estudio por esta plaga.

En el capítulo cuatro se desarrollan los temas de sustentabilidad englobando la agricultura sustentable con la participación que tiene el agricultor en ella, vinculándolo el manejo integrado de plagas.

A lo largo del capítulo cinco se analiza el término plaga y el manejo integrado de plagas que conforma cuatro tipos de controles (cultural, químico, mecánico-físico y biológico) y las técnicas más adecuadas para el agave, mencionando las ventajas y desventajas de cada una de ellas, concluyendo el capítulo con herramientas evaluativas que permitieron obtener criterios de sustentabilidad por cada control.

En el capítulo seis se desarrolla un análisis de costos, primeramente se describe el ciclo de producción del agave obteniendo los costos e ingresos totales del mismo, después se presentan los costos de cada método y el análisis beneficio/costo de los cuatro controles, haciendo una comparación de los resultados indicando el más alto.

Posteriormente en la sección de resultados y discusión se muestra una matriz que contiene la recapitulación de las herramientas participativas que se realizaron a lo largo de la investigación, evaluando los resultados con los criterios de sustentabilidad seleccionando los métodos más adecuados para implementar en el control del picudo dentro del Ejido.

Finalmente se presentan las conclusiones de toda la investigación, llegando así a las propuestas para el Ejido Oxtoyáhuatl. También se presenta las fuentes de información y anexos fotográficos, cuestionarios y planos de las parcelas que documentaron dicha investigación.



Justificación

Para los productores del Ejido Oxtoyáhuatl, municipio San Juan Teotihuacán, Estado de México, el maguey (*Agave salmiana*) no sólo es la base de sus ingresos, sino que representa toda una tradición ancestral, ya que simboliza una cultura de obtención de aguamiel para transformarla en pulque, utilización de pencas para la barbacoa e incluso la degustación de las flores que el agave brinda. Todo esto es algo que constituye a los habitantes del Ejido, mismo que tratan de compartir a la sociedad porque para ellos es importante la transmisión de estos conocimientos al estar luchando por rescatar estas mismas tradiciones que estaban cayendo en el olvido.

La iniciativa de los productores para defender y recuperar el cultivo de maguey derivó en la asignación de servicios de extensión para atender su demanda por parte de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO) en los programas de extensionismo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), los servicios asociados a la experiencia de los productores, que hoy están adscritos a las organizaciones identificadas como Asociación Local de Productores/as Rurales (ALPR) y Unión Regional de Productores/as Rurales (URPR), iniciaron entre 2010 y 2011". (Menéndez Gámiz & León Chávez, 2018, p. 95)

Toda esta lucha de rescate de tradiciones, cultura y conocimientos muestra que realmente los productores están preocupados por las amenazas en sus cultivos. Al descubrir el escenario actual de la producción de maguey pulquero del Ejido Oxtoyáhuatl, amenazado por la plaga "picudo" (*Scyphophorus acupunctatus*), se convierte en una de las principales problemáticas y al no tener registradas las dimensiones de la misma en cuestión de la producción, se pudo observar durante la visita exploratoria de campo, 2018 en el área de estudio que afecta indirectamente al productor, además de diversos daños que son preocupantes para el desarrollo sustentable tales como:

1. Económicos: Bajos índices de producción, disminución en la producción de aguamiel, pérdidas de cosechas y aumento en costos para el control de la plaga.
2. Ecológicos/ambientales: Contagio de plagas y enfermedades y contaminación de suelo y plantas por uso de plaguicidas de planta-planta.



-
3. Sociales: Problemas en técnicas de manejo del cultivo dentro de las parcelas por falta de conocimiento e interés causando abandono de tradiciones de estas labores.

Por eso es importante tomar medidas de control para la prevención de la plaga, puesto que es una forma de lograr que disminuya la incidencia de esta población. Por lo tanto, es necesario analizar la plaga del picudo, con base en información cualitativa y cuantitativa con ayuda de herramientas de participación para entender la dinámica, estructura e impacto del fenómeno.

Junto con ello la sustentabilidad es un tema que se aborda en la investigación dado la importancia que tiene dentro del cultivo del agave, el manejo de la plaga y para los productores debe crearse conciencia ambiental, económica y social para lograr un desarrollo óptimo del agave.

Así, se aporta información para obtener nuevas estrategias sustentables de prevención, acción y reducción del insecto plaga, contribuyendo a que los productores magueyeros aprendan nuevas técnicas incrementando el rendimiento de producción.

Este trabajo sentará precedente para que los productores adopten iniciativas de manejo sustentable de plagas y nuevos modelos de gestión de sanidad, como una mejor limpieza de la huerta, para obtener mejores ganancias al ofrecer productos libres de agentes de contaminación externos y generar nuevos conocimientos en la producción de agave pulquero.



Planteamiento del problema

Actualmente el Ejido Oxtoyáhuatl (Barrio Purificación), ubicado en el Municipio de Teotihuacán, cuenta con una superficie de núcleo total de 248.204556 has y con una superficie parcelada de 264.190872 has; hay 74 ejidatarios (PHINA, 2018, en línea).

De los cuales seis se dedican al cultivo de maguey quienes están llevando a cabo la recuperación gradual del cultivo de agave pulquero por medio de la producción del mismo, la comercialización, hasta la transformación del aguamiel el cual ha propiciado un desarrollo económico y social para los productores.

Tras descubrir los beneficios de transformar y comercializar el agave pulquero, se observa necesario incrementar la producción. Sin embargo, existe un problema principal que se ha diagnosticado en las plantaciones y que es una de las principales preocupaciones de los productores del Ejido Oxtoyáhuatl; la entrada de plagas.

Como menciona el Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA, 2016) "Tal es el caso de las plagas y enfermedades que presenta la planta, como hongos que se evidencian con pequeñas manchas negras en pencas, gusanos blancos que, aunque en menor escala están presentes, pero específicamente existe un agente patógeno llamado científicamente *Scyphophorus acupunctatus*". (p. 1)

Este agente patógeno es llamado popularmente "picudo", (el cual nos referiremos también como: insecto y plaga dentro de la investigación) que de forma subyacente puede convertirse en amenaza afectando económicamente al disminuir la producción del cultivo y generando gastos adicionales para combatirlo.

Los productores indican que esta plaga se encuentra en la base de las pencas, en la raíz principal y dentro de las piñas del agave, se ha detectado que este insecto presenta mayor actividad durante la noche y que se introduce preferentemente en agaves maduros de cuatro años de edad en adelante.

Sin embargo, en algunos casos se ha detectado en los hijuelos que se encuentran en almácigos, además está presente durante todo el año teniendo mayor incidencia en épocas



con mucho calor y lluvia. Se aloja principalmente en agaves en descomposición, ya que prefiere la humedad, dejando sus huevecillos o larvas que barrenan las pencas hasta llegar al centro de los agaves, provocando síntomas notorios en la planta como perforaciones y secreciones gomosas entre el cogollo y la penca, formando galerías y causando pudrición, marchitez parcial hasta la muerte total del maguey.

Las larvas del picudo cuales atacan la piña y el cogollo de la planta, los daños a hojas (pencas) se presentan en baja incidencia. El adulto oviposita en la parte cercana al ápice del cogollo y al emerger las larvas, éstas barrenan hacia el interior de la piña de agave principalmente maduro. Una vez que emerge la larva, esta perfora y hace galerías en la parte basal y periferia de las hojas (pencas), donde realiza perforaciones que pueden ser profundas, cuando las pencas van abriendo, se nota un orificio en cada una de ellas. El ataque es más agresivo en plantas de más de 4 años de edad, ya que estas plantas producen altas cantidades de azúcares, aunque también pueden atacar plantas jóvenes de 1 a 3 años e incluso hijuelos (SENASICA, 2016, pp. 5-6)

Actualmente en el Ejido Oxtoyáhuatl se observa un aumento del picudo en los agaves a causa de diversos factores como: la discontinuidad en los cuidados de varias parcelas a causa del desánimo al no contar con una ley que les proteja contra el robo de pencas de agave, así como la falta de asistencia técnica enfocada al combate de plagas y escasa información sobre el mismo.

En síntesis, existe poca información sobre el manejo de la plaga, falta de conocimientos de alternativas sustentables que ayuden a la sanidad del cultivo, lo que ha desencadenado una reproducción constante de la plaga generando costos adicionales en productos para combatirlo, incremento de mano de obra e incluso pérdidas totales de plantas infestadas.



Objetivos

→ General

Analizar alternativas sustentables de control del "picudo" (*Scyphophorus acupunctatus*) en el maguey pulquero (*Agave Salmiana*) del Ejido Oxtoyáhuatl, Municipio de San Juan Teotihuacán, Estado de México, mediante el análisis del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para que contribuyan a mejorar el nivel de vida de los productores y sus familias.

→ Específicos

1. Obtener un diagnóstico general del Ejido Oxtoyáhuatl, con referencias geográficas, socioeconómicas, climatológicas y edáficas por medio de fuentes confiables y utilización de herramientas de localización espacial para tener un contexto del lugar de estudio y comprender el porqué de la presencia del picudo y los daños causados en el agave.
2. Sistematizar la información disponible sobre el *Agave Salmiana* y *Scyphophorus acupunctatus* "picudo" y sus interrelaciones para tener un amplio conocimiento de los comportamientos, así como los efectos de la plaga en el agave mediante información documental.
3. Documentar la información sobre la Sustentabilidad, el MIP y las técnicas utilizadas actualmente en el Ejido con ayuda de herramientas participativas con los productores, para obtener una base de comparación de sustentabilidad de cada una de ellas.
4. Realizar un análisis económico de costos de producción del agave, así como los costos de los métodos del control del picudo y los diferentes controles del MIP, mediante un análisis de Beneficio/Costo para obtener los que generan mayor utilidad, ayudando así a seleccionar las técnicas más sustentables.
5. Identificar la alternativa de control más eficiente y rentable mediante el análisis de los elementos de la sustentabilidad recabados a lo largo de la investigación, evaluándolos con ayuda de la participación de los productores para generar mayores beneficios de control de la plaga.



Hipótesis

El manejo integrado para el control de la plaga del picudo (*Scyphophorus acupunctatus*), como alternativa sustentable para la producción de maguey pulquero (*Agave Salmiana*) en el Ejido Oxtoyáhuatl, municipio de San Juan Teotihuacán, Estado de México, puede contribuir a mejorar la producción y el nivel de vida de los productores.

Metodología

El estudio de la prevención del picudo en el agave pulquero se desarrolló en gran parte gracias a la interrelación que se generó con los productores del Ejido Oxtoyáhuatl, expresándose en común que este insecto no tiene un manejo adecuado para prevenirlo o controlarlo, desconocían información sobre métodos de control y no se llevaba un adecuado seguimiento a través de técnicos o instituciones, lo que dio pie a generar una evaluación sobre este problema.

Es así como nuestro proyecto de investigación planteó buscar soluciones para el control de esta plaga, basándose en la filosofía de la sustentabilidad para lograr un manejo integrado de plagas (MIP).

Pero para lograr una correcta evaluación de la sustentabilidad, se lleva a cabo y es válida solamente para: (a) sistemas de manejo específicos en un determinado lugar geográfico y bajo un determinado contexto social y político; (b) una escala espacial (parcela, unidad de producción, comunidad o cuenca) previamente determinada, y (c) una escala temporal también previamente determinada. Es una actividad participativa que requiere de una perspectiva y un equipo de trabajo interdisciplinarios. El equipo de evaluación debe incluir tanto a evaluadores externos como a los involucrados directos (agricultores, técnicos, representantes de la comunidad y otros actores). La evaluación de sustentabilidad es un proceso cíclico que tiene como objetivo central el fortalecimiento tanto de los sistemas de manejo como de la metodología utilizada. (Masera, et al., 1999, pp. 27- 28)

Por lo cual, tomamos como muestra a dos pequeñas unidades de producción (parcelas) de estudio, que fueron las que contaban con mayor número de agaves, para hacer una comparación de plantas afectadas mediante el método de muestreo “cinco de oros” y



métodos de control actualmente utilizados, posteriormente se delimitó solo una parcela para basarnos en los costos de producción, ya que es la única que cuenta con un ciclo completo de producción y obtención de aguamiel, incluyendo siempre a los productores de forma participativa para la toma de decisiones, todo esto se llevó a cabo en el periodo del mes de julio 2018 al mes de abril 2019.

Retomando al autor Masera, et al. (1999) nos menciona que “Operativamente, se definen una serie de puntos críticos para la sustentabilidad del sistema de manejo que se relacionan con tres áreas de evaluación (ambiental, social y económica). En cada área de evaluación se definen criterios de diagnóstico e indicadores.” (p. 28)

Es así que los criterios de diagnóstico para el MIP se basaron en las áreas de evaluación que nos menciona el autor. De igual manera se tomó como indicador principal el beneficio/costo mediante la recopilación información bibliográfica y de campo de cada uno de los controles del MIP, las técnicas empleadas fueron en función de los objetivos específicos y la participación de los productores permitió identificar las más adecuadas.

En general se utilizaron diversas técnicas de trabajo que van desde entrevistas individuales hasta la aplicación de herramientas participativas que a continuación se exponen en el siguiente cuadro:



Tabla 1. Técnicas y herramientas de trabajo utilizadas en el Ejido Oxtoyáhuatl

<p>A) Técnicas de trabajo utilizadas en el Ejido</p> <ol style="list-style-type: none">1) Exploración comunitaria para intercambiar comentarios con productores.2) Recorridos guiados por la comunidad para caracterización del sistema agave y ciclo biológico del insecto picudo.3) Muestreo de plantas afectadas por la plaga picudo con el método "cinco de oros".4) Análisis comparativo de los resultados del muestreo en las dos parcelas de estudio.5) Análisis comparativo del Manejo Integrado de Plagas mediante controles (cultural, físico-mecánico, químico y biológico).6) Definición de calendario en actividades de campo.7) Exposición de resultados y retroalimentación con los productores. <p>B) Herramientas de trabajo utilizadas en el Ejido</p> <ol style="list-style-type: none">1) Entrevistas con diálogos semi-estructurados.2) Recopilación bibliográfica y de campo.3) Evaluación de recursos.4) Flujograma del cultivo.5) Presupuesto de cultivos y técnicas del MIP.6) Matriz de sustentabilidad.

Fuente: Elaboración propia (2018)

Todas estas técnicas y herramientas fueron el soporte principal para lograr de forma sistematizada y ordenada la presente investigación.



Capítulo I. Descripción de la zona de estudio

I.1 Localización geográfica

Analizando los principales Estados de producción de agave pulquero, el Estado de México representa no sólo a la producción de agave sino el apego en la preservación del cultivo y de las tradiciones que lo rodean. Es por ello el interés en el Ejido de Oxtoyáhuatl como lugar de estudio, puesto que se observó que algunos productores tienen el empeño y la perseverancia en rescatar la cultura en este cultivo, y lo que se puede lograr con la producción extensiva de agave.

Es importante destacar que existen diferentes nombres que se le atribuyen al Ejido en diversas fuentes, una ellas es el “Catálogo de Localidades” de la Secretaría de Desarrollo Social SEDESOL (2013) en línea que refiere al Catálogo de Claves de Entidades Federativas, Municipios y Localidades, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI), nombrando al ejido como “Ejido de Oxtoyáhuatl (Barrio Purificación), con clave INEGI 150920108”, por otra parte el Padrón e Histórico de Núcleos Agrarios PHINA (2018) lo denomina únicamente como “Purificación con clave única 151410961954212”, sin embargo en las credenciales de elector de los productores aparece el nombre como Ejido Oxtoyahualco, de tal manera se ha seleccionado la fuente de INEGI que es la más completa y se usará a lo largo de la investigación.

A continuación, se exponen los mapas de la localización del Ejido en el lugar que ocupa dentro de la República Mexicana, para posteriormente delimitar las dos parcelas con las que se trabajó en la investigación.

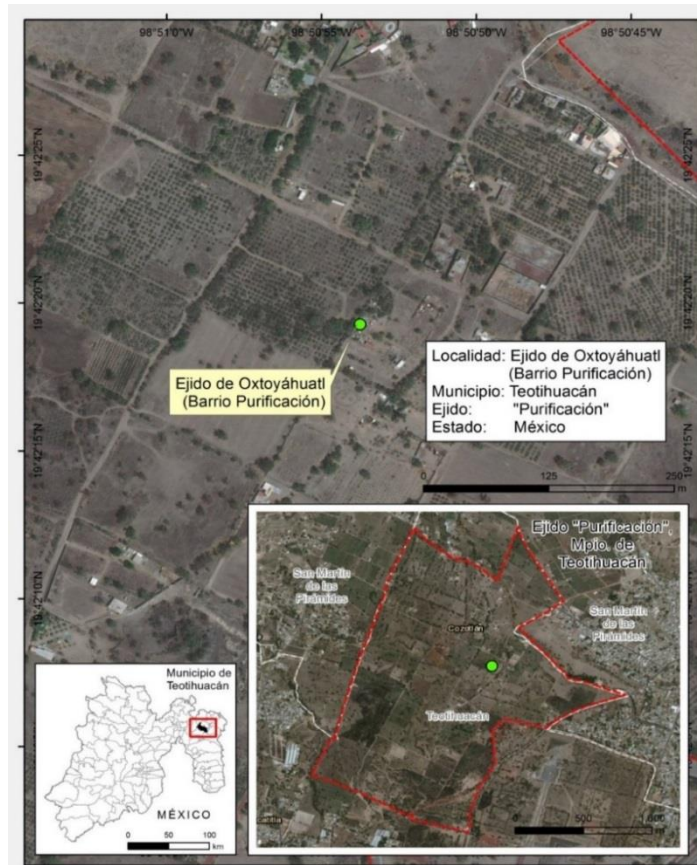
Las siguientes imágenes (1 y 2) fueron generadas a través de un GPS, con el software DNRGPS Department of Natural Resources (2018, en línea), que es “Una aplicación de DNR Garmin, para transferir datos entre GPS y el software SIG y con imágenes de INEGI y la aplicación de Google Earth”.

En la imagen 1 podemos apreciar el Ejido Oxtoyáhuatl, encontrándose en una longitud (N): 098°50'54.1”, Latitud (W): 19° 42”14.6' y una altitud de 2,326 msnm, punteando de rojo el



límite del Ejido en la imagen inferior derecha. En la imagen inferior izquierda se encuentra localizado el municipio de Teotihuacán dentro del Estado de México (recuadro rojo).

Imagen 1. Localización del "Ejido de Oxtoyáhuatl (Barrio Purificación)", y límite del Ejido dentro del Municipio de Teotihuacán.



Fuente: Elaboración propia (2018), con datos de *Mapas*, en línea del Instituto Nacional Estadístico y Geográfico. INEGI (2018, en línea)



En la imagen 2 se aprecian las dos parcelas de estudio en color amarillo, con una longitud (N): 098°50'54.1", Latitud (W): 19° 42"14.6' y una altitud de 2,326 msnm, dentro del Ejido Oxtoyáhuatl, que se encuentra punteado de rojo. De igual forma, en la parte inferior derecha, de color rojo se encuentra delimitado el Ejido dentro del municipio de Teotihuacán.

Imagen 2. Localización de parcelas dentro del Ejido Oxtoyáhuatl.



Fuente: *Marco Geoestadístico*, INEGI (2018 en línea) y Software ESRI, DigitalGlobe, GIS User Community (2017).

Ahora bien, es importante presentar información geográfica sobre el Ejido para conocer las condiciones de relieve, clima y edafología que posee. Con ello se obtendrá un contexto previo de la condición en la que se está adaptando el agave pulquero dentro de la zona de estudio.



I.2 Relieve y condiciones climáticas

Rzedowski (1994) hace referencia que “Teotihuacán se encuentra situado en el Altiplano Mexicano delimitado por el eje volcánico transversal, el cual incluye las prominencias topográficas más altas de México, formadas por volcanes como el Popocatepetl y el Ixtaccíhuatl. Los amplios valles que se intercalan entre estas montañas se sitúan a altitudes cercanas a 2000 m”. (p. 24)

Lo cual explica la altitud del Ejido que no dista mucho, encontrándose a 2,326 msnm y que se vuelve una característica importante para la comodidad del agave.

Las características de la latitud y altitud que derivan al factor clima, influyen en el desarrollo de la planta, por ello es importante conocer las características de este dentro del Ejido y que a continuación pueden visualizarse en un mapa que muestra la precipitación y la temperatura anual.

Imagen 3. Mapa climatológico del Ejido de Oxtoyáhuatl.



Fuente: Datos de *Climatología*, INEGI (2018 en línea)

De acuerdo al mapa climatológico y su simbología se observa que en el Ejido Oxtoyáhuatl existen dos tipos de unidades climáticas: seco templado y semifrío semiseco hacia el oeste y de lado este se encuentra con un clima templado subhúmedo.

El cual confirma INEGI (2009) en el Prontuario de Información Geográfica Municipal Teotihuacán, México que el clima tiene un rango de temperatura entre 14 a 16°C, con

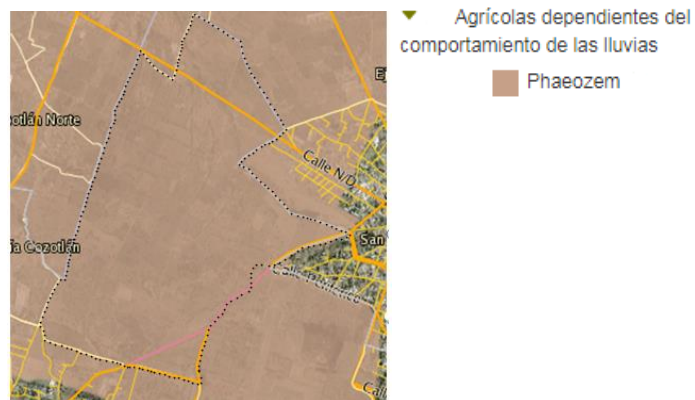


precipitación media anual de 600 a 700 mm, con un clima semiseco con lluvias en verano (66.45%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (33.55%) (p.2) En cuanto al maguey pulquero éste requiere de clima templado a templado frío, por lo que su adaptabilidad al Ejido Oxtoyáhuatl se acopla, ya que la temperatura ayuda al crecimiento de los agaves, sin embargo también puede llegar a favorecer el establecimiento de plagas y enfermedades en ellos.

I.3 Condiciones edáficas

Acorde al prontuario de información geográfica municipal de Teotihuacán de INEGI (2009, p. 2), se establecen tres tipos de suelos dominantes Phaeozem (53.00%), Vertisol (25.41%) y Leptosol (5.38%) pero delimitando el Ejido de Oxtoyáhuatl, el tipo de suelo que sobresale es Feozem.

Imagen 4. Tipo de suelo que predomina en el Ejido de Oxtoyáhuatl.



Fuente: Datos de Edafología INEGI (2018, en línea).

De acuerdo al mapa el tipo de suelo que más predomina en el Ejido es el Feozem, el cual INEGI (2018, en línea) indica que son “Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave rica en materias orgánicas y nutrientes. Son de profundidad variable, generalmente se encuentran en terrenos planos”.

Hay que mencionar que los Feozems se desarrollan normalmente bajo un proceso de acumulación de humus. Este suelo, tanto por su textura como por sus características físico-



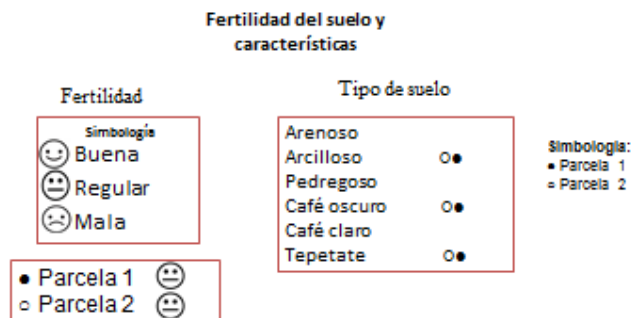
químicas y contenido de materia orgánica y nutriente, resulta bastante bueno. Posee una capacidad catiónica cambiabile en suelo ideal, con buen contenido en calcio, resultando el magnesio cambiabile un poco alto. (Vivanco, et al., 2010, pp. 37-38)

En tanto a los requerimientos edafológicos del agave pulquero existe escasa información. Sin embargo, Valenzuela et al (2003) citado por Olivas Gallegos, et al.(2007) señalan que “El agave cenizo se desarrolla en suelos calcáreos, líticos éutricos y xerosoles y requiere poca profundidad de suelo para su desarrollo (0.25 a 0.50 m).” (p. 413).

Por otro lado Ruíz Corral, et al.(2013) indica que “Los agaves prosperan en un rango de pH de 6.0 a 8.0. No son recomendables suelos con problemas de acidez o alcalinidad”. (p. 10)

Para concluir el estudio de suelo se desarrollaron herramientas participativas basadas en (Geilfus, 2002, p. 70) con los productores de las parcelas de estudio, para identificar con su criterio el tipo de suelo y su fertilidad.

Imagen 5. Indicadores de suelo del Ejido Oxtoyáhuatl.



Fuente: Elaboración propia (2018).

En cuanto a los resultados obtenidos con la ayuda de los productores, se muestra que en la parcela uno y dos se tienen las mismas características, de acuerdo a sus conocimientos definieron que la fertilidad es regular refiriéndose a la producción de agave pulquero, ya que sí se adapta bien la planta a este tipo de suelo, pero no se obtienen siempre los rendimientos máximos de aguamiel, definiéndolo también como arcilloso, de color oscuro y con tepetate.

Sobre el tepetate, el autor J. Nimlos (1987) nos refiere que el término tepetate se usa para designar “horizontes cementados y específicamente para capas gruesas formadas a partir



de cenizas volcánicas que son duras, húmedas y muy duras cuando secas. El agente cementante es silicio y algunas veces en la parte superior, carbonatos”. (Pág. 10)

Con esta referencia podemos sumar que el perfil del suelo del Ejido consta de diversas características que por la riqueza de las cenizas volcánicas, la acumulación de materia orgánica y nutrientes presentes pueden afectar directamente a los agaves en cuanto a su desarrollo y producción de aguamiel, ya que como lo comentan los productores se cree que al tener una fertilidad regular las plantas no fructifican al máximo, por este tipo de suelo, sumado al clima favorable que se tiene y compatible con los requerimientos de los agaves esto podría proporcionar un equilibrio en la planta.

Al no existir información disponible sobre la edafología del Ejido o técnicos interesados en realizar estos estudios, se limita el conocimiento de los productores en cuanto al estado actual de sus suelos, lo que requieren para mejorarlos y con ello lograr una mejora en el cultivo de maguey pulquero.

Continuando con las características del Ejido y para tener mayor información sobre la producción de agave, datos socioeconómicos, así como la “Ley del maguey del Estado de México se presenta un análisis de la situación actual.

I.4 Producción de Agave en el Ejido Oxtoyáhuatl

Mediante la herramienta de participación “Caminata y diagrama de transecto” (Geilfus, 2002, p. 65) se dedujo que las dos parcelas que se estudiarán son las que tienen mayor número de agaves a comparación de los demás productores que cultivan en menor escala y no le dan algún valor agregado a la planta.

Al no existir registros históricos en documentos oficiales, institucionales u otros medios sobre la producción que se lleva a cabo en el Ejido, se realizó la siguiente tabla con datos proporcionados por los propietarios de cada parcela en el que mencionaron el número de agaves adultos que tienen cada una.



Por otra parte, se recabaron los datos de altitud y coordenadas, así como el área total de cada parcela que nos ayudará a conocer la dimensión actual sobre el cultivo.

Tabla 2. Datos físicos del Ejido Oxtoyáhuatl y número de plantas totales de las dos parcelas de estudio.

Indicador	Parcela #1	Parcela #2
Área total	1 ha	1.8 ha
Altitud	2326 msnm	2326 msnm
Coordenadas	Longitud (N): 098°50'54.1" Latitud (W): 19°42' 14.6"	Longitud (N): 098°50'54.1" Latitud (W): 19°42' 14.6"
Número de agaves adultos en parcela	1,800	500

Fuente: Elaboración propia obtenidas durante la visita exploratoria de campo mediante GPS (junio 2018).

I.5 Situación demográfica

Según datos del Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI, la población total en el Ejido de Oxtoyáhuatl se encontraba constituida por un total de 63 personas, de las cuales:

Tabla 3. Indicadores demográficos en el Ejido Oxtoyáhuatl.

Indicador	Total
Población masculina	34
Población femenina	29
Población nacida en la entidad	46
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	0
Población de 15 años y más analfabeta	4
Población de 15 años y más sin escolaridad	5
Grado promedio de escolaridad	6° primaria
Población económicamente activa	24
Población derechohabiente a servicios de salud	29
Total de viviendas habitadas	18

Fuente: Datos del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI (2010).

En contraste de esta información PHINA (2018, en línea) expresa “Que existen 74 ejidatarios o comuneros dentro del Ejido”, de acuerdo con la investigación de campo de esos ejidatarios solo 6 se dedican al sistema de agave. Por lo tanto, es necesario realizar un análisis socioeconómico de la población total del ejido para poder delimitar la situación actual de los productores de agave.



1.6 Análisis comparativo en índices socioeconómicos del Ejido de Oxtoyáhuatl

Los indicadores socioeconómicos del Ejido Oxtoyáhuatl de INEGI y el Consejo Nacional Población (CONAPO) que son fuentes confiables para obtener datos de micro regiones, como se aprecia a continuación en la tabla de comparación son muy variables una respecto a la otra, desconociendo la metodología que se utilizó para generar estos datos, sin embargo las dos instituciones reflejan que dentro de los 5 años de diferencia en las encuestas, hay un escenario favorable en cuanto la disminución de falta de servicios públicos y bienes.

Tabla 4. Comparación de indicadores socioeconómicos de INEGI y CONAPO del Ejido Oxtoyáhuatl.

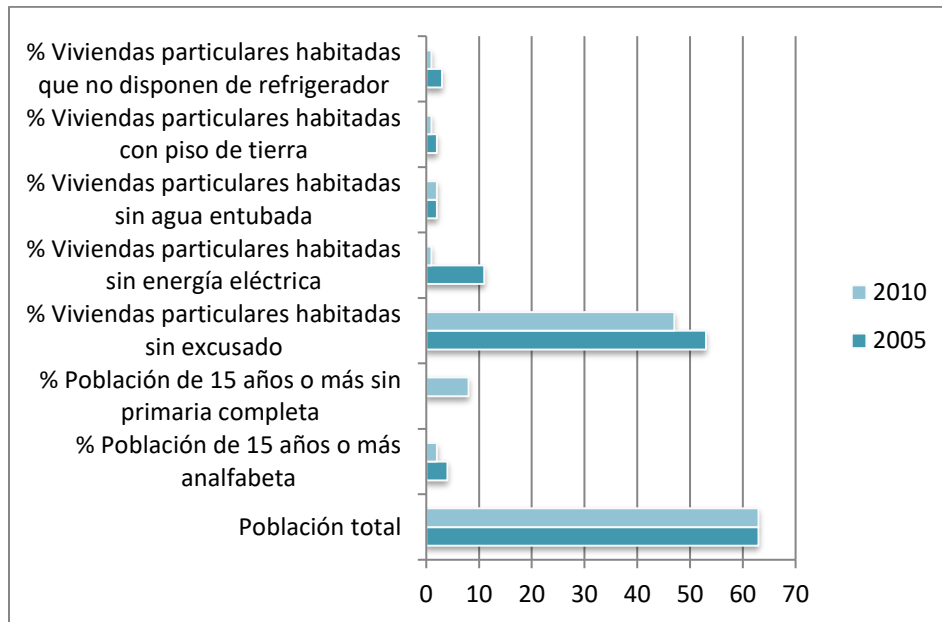
INDICADORES	INEGI		CONAPO	
	2005	2010	2005	2010
Población total	63	63	63.00	63.00
% Población de 15 años o más analfabeta.	4	2	10.00	10.00
% Población de 15 años o más sin primaria completa.	5	8	30.00	32.50
% Viviendas particulares habitadas sin excusado.	53	47	20.00	0.00
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica	11	1	6.67	6.25
%Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda.	2	2	13.33	12.50
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra.	2	1	46.67	1.10
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador, lavadora ni computadora.	3	1	13.33	6.25
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas.	1.47	1.10	60.00	43.75

Fuente: INEGI (2010) Censo de Población y Vivienda 2010 / Principales resultados por localidad (ITER, en línea). CONAPO (2011), citado por SEDESOL (2013, en línea) Catálogo de localidades/Indicadores de Marginación.



Conforme a la información comparada sobre los datos obtenidos en la tabla 3 y para tener una mejor representación se trasladó de manera gráfica el total de cada indicador socioeconómico de INEGI en el Ejido, apreciándose a continuación:

Gráfica 1. Indicadores socioeconómicos de INEGI en el Ejido Oxtoyáhuatl.



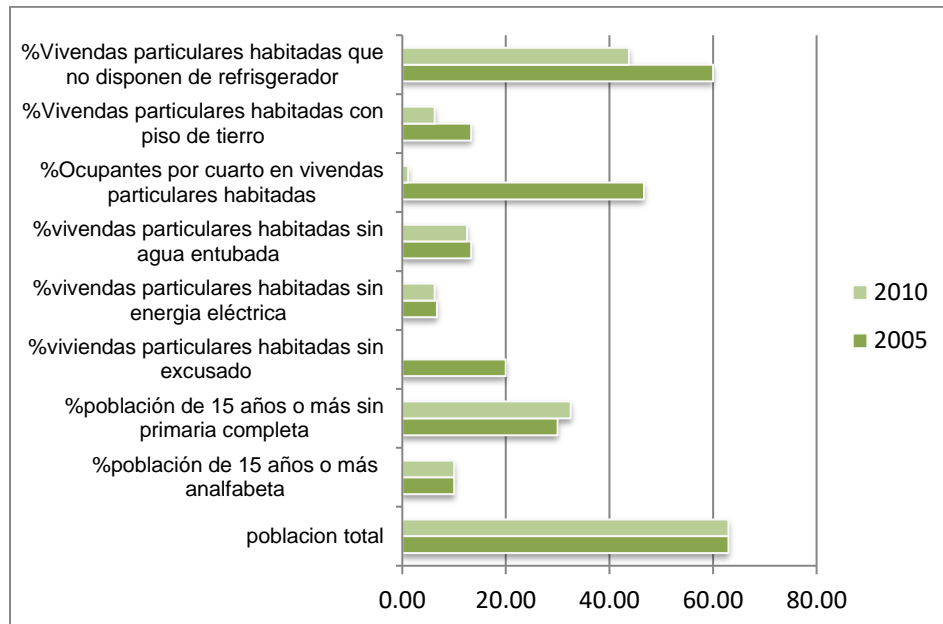
Fuente: Elaboración propia (2018), con datos de INEGI (2010, en línea) & CONAPO (2011), citado por SEDESOL (2013, en línea).

Con referencia a INEGI, la gráfica señala que todos los indicadores (analfabetismo, primaria incompleta, viviendas con piso de tierra, viviendas sin bienes y servicios) disminuyeron de 2005 a 2010, por lo que hubo un cierto progreso dentro de estos cinco años en cuanto a educación, bienes y servicios, en la cual la población del Ejido continuo con el mismo número de habitantes.



Para obtener una mejor representación de los datos obtenidos en la tabla 3 respecto a los datos de CONAPO en el Ejido, se trasladó de manera gráfica el total de cada indicador socioeconómico presentándose a continuación:

Gráfica 2. Indicadores socioeconómicos de CONAPO en el Ejido Oxtoyáhuatl.



Fuente: Elaboración propia (2018), con datos de INEGI (2010) en línea & CONAPO (2011), citado por SEDESOL (2013, en línea).

Contrario a lo expresado por INEGI en la gráfica anterior, los datos de analfabetismo difieren con los de CONAPO en el cual muestra que este indicador se mantuvo en el mismo porcentaje de 2005 a 2010. Por otra parte, en el indicador de primaria incompleta aumentó para 2010, en cuanto a viviendas sin excusado disminuyó drásticamente, y en bienes el porcentaje también disminuyó. Conforme a ello se observa que al igual que INEGI la mayoría de indicadores disminuyeron, pero en cuanto a la educación básica no ha habido tendencias positivas.



Mediante cuestionarios diseñados para ser aplicados sólo a los 6 productores de agave del Ejido, se obtuvieron los siguientes resultados socioeconómicos:

Tabla 5. Indicadores socioeconómicos de productores de agave en el Ejido Oxtoyáhuatl.

Indicadores	Total
Población total de productores de agave en el Ejido	6
Rango de edad de productores	40-60
Población que cuenta con apoyos de programas sociales	0
Población con fuentes de empleo independientes del cultivo de agave	2
Población con fuente principal de ingresos en cultivo y venta de agave	4
Número de productores que tienen dependientes económicos	3
Población que cuenta con la participación de su familia en labores del agave	5
Población que cuenta con ciclo completo de agave: siembra, obtención de aguamiel y comercialización	1

Fuente: Elaboración propia (2018) basado en INEGI (2013).

Los resultados arrojados en la tabla 5, fueron determinantes para darnos cuenta de que todos los productores son de edad adulta, ninguno tiene algún apoyo social por lo que la mayoría dependen del cultivo del agave como fuente principal de empleo e ingreso para sostener a sus familias y a ellos mismos, sin embargo en el último dato de la tabla debemos poner un énfasis puesto que a pesar de que cinco de los seis productores mencionan que tienen apoyo de su familia en labores del cultivo, la mayoría son familiares directos, como hermanos y en menor escala hijos, por lo que el futuro para esta planta es incierto ya que la mayoría de los jóvenes ven poco interés en esta actividad agrícola y esto también se refleja en el rango de edades de los productores.

Es así como se observó que dentro del Ejido Oxtoyáhuatl del total de los ejidatarios sólo uno de seis, cuenta con un ciclo completo de producción, es decir desde siembra hasta la comercialización del aguamiel.

Otra cuestión importante que mencionan los productores es la falta de apoyo en el tema de delincuencia sobre las plantas de agave, lo que ha provocado el desinterés de los pobladores del Ejido, ocasionando que ya no se involucren en las actividades de producción de aguamiel y/o continuar con las tradiciones, por todo esto es importante retomar los antecedentes legales que existen respecto a este tema.



1.7 Ley del Maguey para el Estado de México

Derivado del planteamiento del problema, los productores señalaron que tienen un desánimo en sus producciones de agave a causa del robo constante de pencas (que produce la muerte de la planta), y al no contar con ninguna protección legal se han desinteresado en sus parcelas, por ende no hay tantos cuidados, hay discontinuidad en prácticas de control del picudo, así como desinterés para buscar apoyos de capacitaciones que les ayuden al control del picudo es así como poco a poco algunos productores han dejado de lado sus cultivos.

A pesar de la creación de la “Ley para la Protección del Maguey” en el Estado de México a petición de todos los productores, el resultado no fue el que solicitaron, ya que entre las cosas más importantes eran apoyos para mayas protectoras que protegerían sus terrenos, así como realizar un conteo e identificación de plantas mediante la marcación de las pencas y así localizar las robadas, sin embargo no se consolidaron estas propuestas por lo que la ley no ha sido del todo aplicable.

Actualmente la “Ley para la Protección del Maguey en el Estado de México, del Gobierno del Estado de México de 2014, apoyada por el Consejo del Maguey del Estado de México”. Tiene por objeto la protección del cultivo del maguey en el Estado de México, el fomento de su desarrollo sostenible y así como el impulso y fortalecimiento de las organizaciones de agricultores y productores. (Art. 1º). (H. “LVIII” Legislatura del Estado de México”, 2014, p. 5)

También se incluye los “Derechos de las organizaciones de agricultores y productores del maguey, que corresponde a participaciones y decisiones que tome el Consejo del Maguey del Estado de México, como actores principales son favorecidos con apoyos gubernamentales para impulsarlos y fortalecerlos”. (Art. 9º), así como las “obligaciones que deben cumplir ante las autoridades estatales y federales respecto a inspecciones y acciones de sanidad vegetal e inocuidad de inspección fitosanitaria”. (Art. 10º). (H. “LVIII” Legislatura del Estado de México”, 2014, p. 7)

Además en el (Art. 19º) se menciona que “El objetivo principal de las asociaciones es velar por la preservación y cuidado de los cultivos del maguey de sus agremiados para lo cual



mantendrán contacto permanente con las autoridades a efecto de obtener información oportuna que pueda ser útil para el cumplimiento de su labor. (H. "LVIII" Legislatura del Estado de México", 2014, p. 9)

Conforme lo dicho en el artículo 19°, los productores señalan que se les ha hecho caso omiso a sus propuestas para proteger sus agaves, por lo que la rapiña de pencas sigue siendo un problema constante que no ha sido atendido, además de lo mencionado en el artículo 9° en el cual hay discontinuidad de estos apoyos de fortalecimiento, ya que no se ha realizado actualmente alguna campaña de control contra el picudo.

Por otra parte, la Norma Oficial Mexicana Nom-005-Semarnat-1997, parte del área legal del agave, establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal, nos es de gran ayuda para comprender la forma legal de la propagación del agave, ya que señala que solo se pueden usar plantas en la etapa de madurez de cosecha, dejar el área de aprovechamiento de las plantas distribuidas de manera uniforme como mínimo el 20%, para que estas puedan llegar a la madurez reproductiva y así obtener semillas para la regeneración del agave. (DOF, 1997)

A demás nos dice que el aprovechamiento de pencas se debe realizar sobre aquellas que han alcanzado su madurez de cosecha y cortando como máximo el 50% cuando se trate de maguey. Por esto es importante señalar la norma 005, en tanto para saber la forma correcta de cómo aprovechar el maguey de forma comercial y así darles a conocer a los productores que se dedican al cultivo y también para preservar la planta en el ecosistema.



Capítulo II. Características del Maguey Pulquero (*Agave salmiana*)

Derivado del trabajo de campo se ha observado que el agave es una planta muy adaptable y resistente a diferentes climas y suelos, existen numerosas especies a lo largo del país la mayoría de ellas endémicas, sin embargo el maguey o agave pulquero es uno de los que más caracteriza a México, por la importancia histórica que esta planta conlleva a través de leyendas ancestrales, por el uso y consumo que se le ha dado al mismo, así como al aguamiel.

A pesar de las campañas de desprestigio en contra del aguamiel causado por la introducción de industrias cerveceras a México durante la revolución mexicana, en los últimos años se ha dado un impulso al fomento de la producción de agaves para la transformación de sus productos principales, así como la reactivación de la producción y tradiciones relacionadas a esta planta.

Reflejándose así en 2009 una producción agrícola de agave en el Estado de México de 117 ha sembradas, de las cuales 36 ha fueron cosechadas, registrándose un total de 2,580 toneladas de producción. (SIAP, 2009)

II.1 Antecedentes del Agave Pulquero

Los productores del Ejido mencionan que el agave pulquero ha existido desde épocas prehispánicas y desde que se otorgaron tierras a los actuales propietarios, distribuidas democráticamente para interesados en trabajarla, con la siembra del maíz, frijol, calabaza y tuna, el agave solo se usaba como delimitación de terrenos en menor escala lo utilizaban para autoconsumo y para la retención del agua en la tierra, no hacía falta reproducirlo se daba de forma natural y sin afectaciones de plagas.

Así la producción del aguamiel comenzó con los primeros ejidatarios transmitiendo la tradición de generación en generación, sin embargo el Consejo de Investigación sobre Salud y Cerveza de México, A.C., (s/f, en línea) menciona que “El establecimiento de la red ferroviaria en México marcó el inicio de la historia moderna de la industria cerveceras en los



años 80 del siglo XIX”, introduciéndose fuertemente al país, desacreditando al maguey y por ende al pulque, dejando en el olvido esta bebida”.

En las décadas de los años 30 y 40, Teotihuacán era una región magueyera y el pulque se movía en tren a la Ciudad de México, posteriormente y con la industrialización del país cambiaron los patrones de cultivo en las fértiles tierras de los municipios de Tecámac, Teotihuacán, San Martín de las Pirámides, Otumba, Temascalapa y Axapusco, donde se extendían enormes zonas de cultivo y aprovechamiento de diversas especies y variedades del maguey que fueron sustituidas por la cebada, entre otros cultivos. (Menéndez Gámiz & León Chávez, 2018, p. 91)

II.2 Variedades de Agave en el Ejido de Oxtoyáhuatl

Estrada (1988) Menciona que “Las especies de *Agave* con las que se hace el pulque pertenecen a los grupos *Americanae* y *Salmianae* que son, así mismo, los que han sufrido un más largo y depurado proceso de selección a lo largo de miles de años”. (p. 23)

La especie que sobresale en el Ejido Oxtoyáhuatl, es el *Agave salmiana*, conocido convencionalmente como *Agave* manso o pulquero, dentro de esta especie se encuentran diversas variedades que se citan en el siguiente cuadro.

Tabla 6. Taxonomía de agaves pulqueros del Valle de México.

Nombre convencional	Nombre científico	Precipitación (mm)	Altitud (msnm)	Clima
Manso	Agave Salmiana v. salmiana	360-1000	1230-2460	Templado
Penca larga	Agave mapisaga	360-1000	1230-2460	Templado y cálido seco
Chalqueño	Agave Salmiana v. chalqueño	450-1200	1500-2800	Templado
Ayoteco	Agave Salmiana v. ayoteco	360-1000	1230-2460	Templado
Xamini	Agave Salmiana	360-1000	1500-2700	Cálido seco

Fuente: Granados Sánchez (1993, p. 171)

En la siguiente tabla se complementa la clasificación de las diferentes variedades de *Agave Salmiana* con el rendimiento obtenido por día, de mayor a menor que están presentes dentro de las parcelas de estudio del Ejido Oxtoyáhuatl, diferenciando que variedad se



encuentra en cada una, las cuales se obtuvieron mediante recorridos de las mismas y entrevistas con los productores.

Tabla 7. Características de los agaves más comunes en el Ejido Oxtoyáhuatl.

Nombre común del Agave	Producción promedio de aguamiel Litros/día
Maguey Xilome *(1) y (2)	9 litros por día durante 120 días. **
Maguey Chalqueño *(2)	9 litros por día durante 120 días.
Maguey Ayoteco *(1)	8 litros por día, durante 120 días.
Maguey Manso *(1) y (2)	7 litros por día, durante 120 días.
Maguey Cenizo *(1) y (2)	7 litros por día, durante 120 días. **
Maguey Xamini *(1)	5 litros por día, durante 90 días. **
Maguey Verde *(2)	5 litros por día, durante 90 días.
Maguey Cimarrón (En peligro de extinción) *(1) y (2)	No hay en producción (Sólo se ocupa para obtención de semilla). **

Fuente: Datos de Vargas Monter, et al. (2016, pp. 24, 26, 27); *Presentes en las parcelas 1 y/o 2 de estudio; ** Fuente: Visita exploratoria de campo (2018).

II.3 Taxonomía del *Agave salmiana*

Para comprender mejor la clasificación que el *Agave salmiana* tiene dentro de la familia de las *Agavaceas* (Agaves), es importante mostrar el orden jerárquico biológico de esta especie, según Narváez, A., (2014) citado por Cardoso Parra (2016, p. 8).

Reino: Vegetal

División: Fanérogamas

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Monocotiledóneas

Familia: *Agaváceae*

Género: *Agave*

Especie: *Salmiana*



Por otra parte, Granados Sánchez (1993) nos menciona que el *A. salmiana*, pertenece al subgénero *Euagave*, que a su vez pertenece al grupo o sección *Salmianeae*, con un total de cinco números de especies (pp. 42-43)

II.4 Descripción del Agave

En términos generales el Agave se puede describir de la siguiente manera:

La planta de maguey consta de raíz fibrosa, tallo corto y grueso, hojas mejor conocidas como pencas, con espinas en sus bordes terminados en punta, las hojas están muy unidas muy juntas y alrededor del tallo, forman una roseta, las hojas a la mitad de su longitud son más delgadas, más anchas y más gruesas en su base, para ir reduciendo su anchura hacia su extremo distal, hasta terminar en espina; están revestidas de una cutícula apergaminada que le sirve para evitar la evaporación. (Pineda Melendez, 1983, p. 8)

Particularmente el *Agave Salmiana* posee las siguientes características:

A) Raíz

Es gruesa, presenta la forma de un cono invertido, cuya base mide de 40 a 45 cm de diámetro y de altura 50cm, de la cual brotan numerosas raíces que le permiten un mejor arraigo a la planta, en el tallo se insertan las hojas y tienen una altura de 50 cm y un diámetro de 40 a 45 cm. (Pineda Melendez, 1983, p. 9)

Granados Sánchez, (1993) dice que “La prefoliación es central, se le conoce con el nombre de meyolotli (en náhuatl) a la yema central que alcanza casi toda la longitud de la planta; las yemas laterales nacen cerca del suelo y reciben el nombre de mecuate (mecoatl en náhuatl)”. (p. 169)

B) Hojas

José Jacinto y García Moya(2000). Menciona que “Es una especie con rosetas de 1.5 a 2.0 m de altura, hojas de color verde oscuro”. (p.75)

Con 16 a 40 cm de ancho, la forma acanalada de la misma permite que el agua fluya al interior de la planta, presenta una cutícula gruesa en la epidermis que evita la pérdida de



agua. Posee dientes en el margen y una espina terminal, mejor conocida como púa, lo que les permite el almacenamiento de agua y supervivencia durante la temporada de sequía. (Pérez Ramos, 2017, p. 19)

García Mendoza (2011) menciona que “Sin embargo, existen múltiples formas obtenidas del cruzamiento entre las subespecies. Es así como se generan distintas subvariedades de *a. salmiana* que se pueden diferenciar principalmente por la forma de sus hojas o rosetas”. (p. 54)

C) Floración

El maguey emite un tallo floral (escapo largo y macizo al cabo de diez a doce años, se origina en el centro del rizoma (meyolote), este se desarrolla rápidamente y alcanza una altura de 12 metros en 5 o 6 semanas y un diámetro de 15 a 20 cm. Al terminar su crecimiento, brotan de su posición terminal 6 o 7 tallos secundarios de más o menos un metro de largo, de los que a su vez, brotan pequeños tallitos de tercer orden, delgados, cortos, iguales, inclinados, verdes, donde se desarrollan las flores de color amarillo verdoso, formando una inflorescencia, espiga en corimbo. La flor tiene de 10 a 12 cm de largo, es hermafrodita. (Pineda Melendez, 1983, p. 9 y 10)

Granados Sánchez, (1993) expresa Los agaves son monocárpicos, semelparos, esto es, que sólo tienen una floración al cabo de la cual la planta muere. (pág. 31)

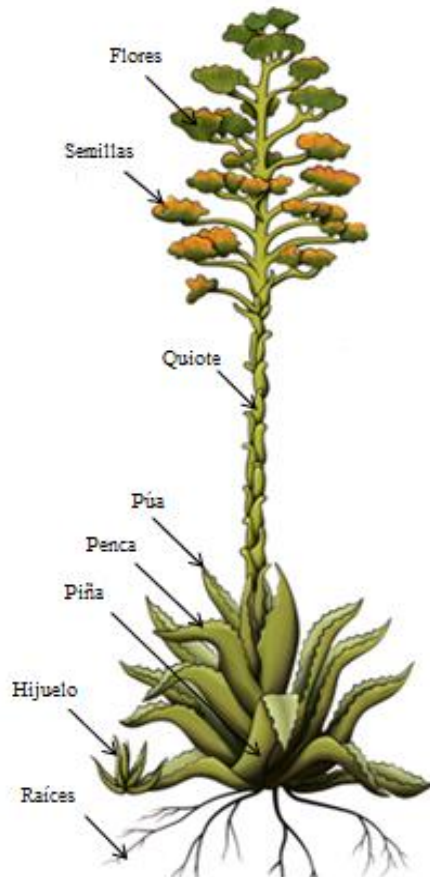
D) Fruto

José Jacinto y García Moya (2000) menciona que “El fruto es una cápsula oblonga con pequeñas semillas negras”. (p. 75) Por la otra parte Pineda Melendez (1983) dice que es “De forma triangular compuesto de tres valvas de 4 a 5 centímetros de longitud” (p. 10)



La siguiente imagen muestra cada una de las partes fisiológicas más representativas del *Agave Salmiana*.

Imagen 6. Partes del Agave.



Fuente: Arqueología Mexicana (2014, en línea)

II.4.1 Propagación del *Agave Salmiana*

Granados Sánchez (1993) dice que “Aun cuando exista alta producción de semilla en la reproducción sexual, debido a su gran depredación y también a que las condiciones de germinación no son siempre muy adecuadas, su reproducción es principalmente en forma asexual (por hijuelos)”. (p. 32)

De acuerdo con Macedo (1980) citado por Pineda Melendez, (1983), el maguey se puede propagar de tres maneras diferentes. (p. 12)



- a. Por semilla: La semilla se forma por la maduración del óvulo de la flor, este método es muy tardado y casi no se usa, sin embargo se puede recomendar con fines de obtener nuevas variedades.
- b. Por bulbillos: Mediante este método se obtiene magueyitos en la inflorescencia, es muy usado en el estado de Oaxaca, para el establecimiento de plantaciones de maguey mezcalera *Agave tequilana* Weber.
- c. Por mecuates o hijuelos: Son pequeños magueyitos que se forman a través de rizomas que comúnmente produce la planta. Método de propagación más usado hasta la fecha en maguey manso *Agave atrovirens* Karw.

Las variedades *Agave* Cimarrón y *Agave* Ayoteco dentro del Ejido Oxtoyáhuatl, se encuentran en peligro de extinción debido a su baja producción de hijuelos, por lo que hay que dejar esperar la floración para obtener semillas y de esta forma reproducirlo.

Los productores del Ejido Oxtoyáhuatl concuerdan con la información citada de las características físicas mencionadas. Adicionalmente mencionan que la piña tiene un diámetro de 60 cm de tamaño del maguey es suculenta con 80cm a 90cm de longitud, también se aprovechan las flores para el consumo.

II.5 Requerimientos de adaptación

Altitud y clima

Vargas Monter, et al.(2016) menciona que “El Maguey pulquero se establece desde los 1,200 hasta los 2,460 m.s.n.m con precipitaciones que van de los 200 a los 400 mm”. (p. 27)

En cuanto al clima menciona Pineda Melendez (1983) que “Esta planta requiere que sea templado a templado frío, cuya temperatura varía de 15 a 20°C la planta es resistente a las heladas, pero el frío muy prolongado, le ocasiona daños”. (p. 11)



Suelos

Los magueyes requieren ser establecidos en áreas bien iluminadas, en suelos con profundidades mayores a 50 cm con textura franco arcillosos o areno-limoso, bien drenados y con pH de 7.3 a 8.0 en zonas de lomeríos y planicies. (Vargas Monter, et al., 2016, p. 27)

Los terrenos de las zonas típicas de este cultivo, constan de una capa arable y delgada bajo la cual existe otra capa impermeable de tepetate, en este tipo de suelo las plantas se desarrollan bien y producen abundante aguamiel, así como en terrenos planos con materia orgánica, pero de muy mala calidad. Hidalgo (1946) citado por Pineda Melendez, (1983, p. 11 y 12)

A pesar de estos requerimientos físicos, el agave es una planta muy noble en cuanto a su reproducción y desarrollo, por lo que se adapta bien a varias zonas, aunque esto no representa que se tengan los mismos rendimientos y calidad de aguamiel.

En el Ejido Oxtoyáhuatl se reúnen todas estas características para el buen crecimiento del maguey sin necesidad de tantos cuidados, como en el tipo de suelo que seleccionaron los productores, mencionado en las condiciones edáficas del capítulo anterior, en el que concuerda con la información citada en ser arcilloso de color oscuro y con una fertilidad regular. También mencionan que el agave germina en todo tipo de clima como planta de ornato, pero para obtener un buen aguamiel es mejor un clima semiárido 25° a 30°C y una humedad de 30% a 40%.

Pero existe una desventaja en cuanto al clima y precipitación en este tipo de condiciones ambientales, al provocar el desarrollo de la plaga de estudio, por lo tanto en el siguiente capítulo se hablará con mayor detalle sobre la misma.



Capítulo III. Características generales del insecto plaga “picudo” (*Scyphophorus acupunctatus*)

Las plantas de cultivo siempre han albergado insectos que en su mayoría conviven en equilibrio con sus hospederos, sin embargo algunas especies se han vuelto más abundantes gracias a la ayuda del hombre que ha generado condiciones favorables para su desarrollo convirtiéndose así en plagas, que generan problemas para el cultivo en donde se encuentren. Tal es el caso del picudo que a lo largo del tiempo se ha desarrollado exponencialmente, por lo que se trata de combatir hasta la fecha con diferentes métodos de control, desconociendo el impacto ambiental, social y económico que causa.

Por ello es necesario especificar la definición de una plaga, para poder sustentar que el insecto picudo (*Syphophorus acupunctatus*) es realmente una y conocer sus características.

¿Qué es una Plaga?

Las plagas son daños extensos a las plantas producidos por animales, hongos, bacterias o malezas. Sin embargo no todos son dañinos, ni siquiera todos los que hacen algún daño lo producen tan extenso para que se pueda considerar una plaga, una amenaza para la economía del cultivo. Hay ocasiones en que la abundancia de alguna de esas especies es tal, que llega a destruir toda la plantación. Ello ocurre cuando se rompe el balance natural. (Lesur, 2006, p. 1).

En el Ejido Oxtoyáhuatl la primera vez que se tuvo la presencia del picudo ocasionó un daño masivo en una de las plantaciones en los años de 1997 a 1998 y fue así que los productores comenzaron a visualizarlo como una amenaza para el agave y su economía, tomando conciencia en adoptar medidas de control para el picudo.

La plaga del picudo es un organismo que reduce el aprovechamiento, la calidad o el valor del agave, pero visto desde la perspectiva ecológica algunos organismos pueden considerarse plagas en ciertos lugares por la afectación en los cultivos y benéficos en otras circunstancias como una retribución monetaria.



Así el Manejo Integrado de Plagas indica que no todos los organismos identificados como plagas pueden ser nocivos y que no todos los daños son intolerables. Una plaga que causa daños importantes en cada ciclo de cultivo se llama plaga clave, mientras que aquellas que causan daños a intervalos de tiempo irregulares se les conocen como plagas ocasionales. Flint y van de Bosch, (1981); citado por (Toledo, 2012, p. 20)

Es por ello que *Syphophorus acupunctatus* conlleva a ser una amenaza significativa para el cultivo de Agave y para los productores y sus familias que dependen directamente de este plano económico, así como el ecológico al poner en riesgo el interés que se tiene en este tipo de cultivos, llegando al abandono porque dada esta situación el picudo está presente durante todo el ciclo del agave, clasificándolo como una plaga clave, tal como lo indica el autor Flint, desmotivando a ciertos productores en apostar por el cultivo del agave pulquero.

Por ello es importante realizar un análisis detallado del sistema maguey y su relación con esta plaga, para poder determinar las necesidades de la planta y por qué en ella la plaga encuentra el medio óptimo para su desarrollo, llegando a diferentes grados de afectación que ocasiona el insecto.

La clasificación taxonómica para el picudo, según INIFAP (2003, p.2) es la siguiente:

Nombre científico: *Scyphophorus acupunctatus*

Ubicación Taxonómica: Phylum (*Arthropoda*)

Orden: (*Coleóptera*)

Suborden: (*Polyphaga*)

Serie: (*Rhynchophora*)

Familia: (*Curculionidae*)

Subfamilia: (*Calandrida*)

Género: (*Scyphophorus*)

Especie: (*Interstitialis Gylh = acupunctatus Gylh*)

Nombre común: Torito o picudo del maguey. Este insecto tiene varios nombres comunes: Picudo del agave, picudo del henequén, picudo negro, perforador de sisal, mexicano; gorgojo del sisal. (CABI, 2018 en línea)



III.1 Antecedentes de la plaga

La cita más antigua que se ha podido encontrar en Yucatán, México, del picudo o “max” del henequén *S. Interstitialis* (= *S. acupunctatus*), es la de la Mesa en 1948 y se refiere a una descripción de este picudo (aunque con datos poco científicos). No obstante, indica el autor, que es muy posible que dicha plaga haya estado presente en la Península de Yucatán desde antes de 1900, ya que el cultivo del henequén constituyó el pilar de la economía de esta región desde fines del siglo XIX, de acuerdo con Ramírez (1993a) citado por Solís Aguilar (2001, p. 17).

Además, aunque la presencia de este picudo fue primeramente registrada por Morstatt en 1914, en los distritos de Pangani y Tanga en África Oriental, en el cultivo conocido como “sisal”, *A. sisalana*. Se conoce que el sisal africano procedió del Estado de Yucatán, ya que las plantas que constituyeron la fundación de la industria del Sisal en África Oriental fueron exportadas en 1836 a Florida, U.S.A. desde el puerto de Sisal en Yucatán, México. (Solís Aguilar, 2001, pp. 17- 18)

III.2 Distribución mundial

Scyphophorus acupunctatus Gyllenhal, también llamado picudo del agave, es un insecto altamente perjudicial en diversas agaváceas. Se encuentra ampliamente distribuido en agaves silvestres y cultivados desde el sur de los Estados Unidos de América hasta Brasil, así como en Hawaii, Borneo, Java, Australia y África, en donde es considerado como la plaga más importante de los agaves de importancia. En México se tienen registros de su presencia en los estados de Jalisco, Tamaulipas, Puebla, Hidalgo, Querétaro, Tlaxcala, Morelos, Yucatán y Sonora. (Servín, et al., 2006, p. 2) Como a continuación se muestra en la siguiente imagen.



Imagen 7. Mapa de distribución mundial del picudo de agave *Scyphophorus acupunctatus*.



Fuente: *Compendio de especies invasoras* CABI (2018, en línea).

III.3 Situación en México

Bolaños, et al.(2010) expresa que “En México se ha encontrado en casi todo el territorio y se considera la plaga más importante para varias especies de agave (agave pulquero, agave tequilero y agave mezcalero)”. (p. 60)

Es así como *S. acupunctatus* se ha convertido en la principal plaga para el *Agave salmiana*, que dentro del Ejido Oxtoyáhuatl es la principal especie con mayor demanda para los productores de aguamiel. Cabe destacar que la mayoría de investigaciones científicas sobre esta plaga son enfocadas principalmente hacia los cultivos del agave tequilero, quizá la razón principal es la importancia económica de este cultivo, ya que está más industrializado e impulsado dentro del país, por lo que no se encuentra mucha información sobre la plaga en agave pulquero.

Aunque Camino et al. (2002) citado por Servín & et al (2006) también menciona que “Se ha descrito en otras plantas como el nardo (*Polianthes tuberosa* L.)” (p. 1)

Por lo tanto, el picudo se ha convertido en una plaga presencial en diferentes cultivos y no sólo en el de las agaváceas, dentro de la República Mexicana.



En México se tienen registros de su presencia en los estados de Jalisco, Tamaulipas, Puebla, Hidalgo, Querétaro, Tlaxcala, Morelos, Yucatán y Sonora, ocasionando pérdidas significativas en las plantaciones comerciales de *Agave tequilana* Weber y henequén. Halffte (1957) Solís *et al.* (2001), citado por Servín & *et al* (2006, p. 1).

Para el año 2013 SENASICA, implementó la “Campaña contra Plagas Reglamentadas del Agave en los cinco estados que comprende la Zona de Denominación de Origen del Tequila (Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Nayarit y Tamaulipas), con el objetivo de reducir los niveles de infestación del picudo del agave” en esas áreas. (SENASICA, 2017 en línea)

Entre los años de 1997 a 1998 en el Ejido Oxtoyáhuatl la problemática del picudo comenzó a ser más evidente, pues en dos meses se llegaron a dañar más de 1,000 plantas en una de las parcelas del Ejido y es cuando se empezó a contactar a especialistas en el tema, lo que benefició a algunos de los productores para controlar la plaga y con ello inició el interés del rescate del agave y su comercialización. (Visita exploratoria de campo, 2018)

A pesar de ello dentro del Ejido Oxtoyáhuatl no existen campañas fitosanitarias orientadas hacia la plaga del agave, las acciones para la intervención del insecto que se han implementado han sido realizadas por el propio interés de algunos productores y con pequeños apoyos de capacitación en control de plagas de instituciones gubernamentales y educativas.

III.4 Ciclo biológico de *Scyphophorus acupunctatus* “picudo”

Para comprender de una manera más eficiente al “picudo” se cita de manera puntual cada etapa por la que pasa este insecto hasta llegar a la adultez, el tiempo de duración que requiere para lograrlo y las características que va presentando a lo largo de su ciclo de vida.



a) Huevecillo

Los huevecillos son “de forma más o menos ovoide, alargado, con longitud promedio de 1.5 mm y un diámetro en su parte media de 0.5 a 0.6 mm, de color blanco cremoso, con el corion suave, delgado (membranoso), aunque a medida que el huevecillo se aproxima a la eclosión, este se torna ligeramente de color amarillo”. (Lock, 1969 y Ramírez, 1993) citado por (Figueroa Castro, 2009, p. 13)

Hill (1983); Siller; (1985) Ramírez (1993a), citado por Solís Aguilar (2001) expresa que “el periodo de incubación del huevecillo varía de 3 a 8 días, pero es más frecuente que tenga una duración de 5 días”. (p. 24)

b) Larva

La larva de *S. acupunctatus* recién emergidas, no son más grandes que el huevecillo, son de color blanco lechoso e incluso la cápsula cefálica no presenta coloración; pero en pocas horas la cabeza adquiere una coloración café y el resto del cuerpo se oscurece un poco, adquiriendo un color blanco cremoso. (Solís Aguilar, 2001, p. 23)

Ruiz Vega & al., (2017) dice que “Son en forma de una “C” sin patas, con cuerpo segmentado y estriado; miden de 1 a 2 cm de largo, con cabeza grande y esclerosada que presenta dos prolongaciones pequeñas (cercos). Se tienen 3 estadios larvales”. (p. 126)

Menciona Solís Aguilar (2001) que “Completamente desarrolladas miden alrededor de 18mm de largo y tienen la cabeza dura, de aproximadamente 4mm de ancho, con mandíbulas fuertes. El cuerpo es suave, arrugado y sin patas” (p. 23)

Siller, (1985) citado por Solís Aguilar, (2001) expresa que “El periodo larval en maguey pulquero *Agave atrovirens*, requiere de 58 días en promedio, con sólo tres estadios en otoño”. (p. 24)

c) Prepupa y Pupa

Antes de pupar, los individuos pasan primero a través de un estado de prepupa de 3 a 10 días. La pupa es del tipo exarata y mide en promedio 16 mm de largo, es de color amarillo cafésoso al principio, pero después, la cabeza y otras partes, adquieren una coloración más oscura, hasta que la pupa se torna de un café muy oscuro casi negro; las futuras alas,



las patas, pico, etc., se pueden ver a los lados y bajo la superficie del cuerpo. Lock, (1969); Ramírez (1993b), citado por Solís Aguilar (2001, p. 23 y 24).

Lock, (1969); Hill, (1983), citado por Solís Aguilar (2001) expresa que “El estado de pupa, normalmente tiene una duración de 12 a 16 días, aunque puede variar desde los 7 a los 23.” (p. 24-25)

El período pupal se realiza en cocones construidos con fibras dentro de la piña o en el suelo cerca de la base de la planta. El daño inicial se nota por perforaciones y secreciones gomosas entre el cogollo y la penca, formando galerías y causando pudrición blanda. Cuando esto sucede es fácil encontrar larvas, pupas y adultos en la misma planta (con traslape de generaciones). (Ruiz Vega & al., 2017, p. 126)

d) Adulto

El adulto recién emergido se desprende de la axubia pupal y permanece dentro del cocón por un periodo que varía de 2 a 19 días, pero comúnmente con un promedio de 11 días.

El adulto mide en promedio de 12 a 15mm, pero puede medir de 9 a 19 mm. Es de color negro o en ocasiones rojizo, sin escamas o setas dorsales y más bien es aplanado dorsalmente. (Solís Aguilar, 2001, p. 21)

Por su parte, el Comité Estatal de Sanidad Vegetal (CESAVEG) & el Gobierno del Estado de Guanajuato (s/f) dice que “El adulto es un escarabajo de color negro brillante de consistencia dura que mide entre 2 y 3 cm”.

Solís Aguilar, (2001) menciona que “El aparato bucal es alargado en forma de pico, de ahí su nombre “picudo”. (p. 21)

e) Preoviposición

El periodo de preoviposición, incluyendo la madurez sexual, es de 17 días mínimo y un máximo de 47 días, con un promedio de 28 días Ramírez (1993a) citado por Solís Aguilar (2001, p. 25).



Dicho esto, la tabla 8 muestra resumidamente todas estas etapas respecto al ciclo biológico del picudo, así como el tiempo de duración de cada una y la longitud que va adquiriendo el insecto.

Tabla 8. Ciclo Biológico del picudo (*Scyphophorus acupunctatus*).

Etapa		Longitud (mm)	Duración (días)
a)	Huevo	1.5	3 a 8 - 5 en promedio.
b)	Larva	18	58 con 3 estadios en otoño.
c)	Prepupa	16	3 a 10
d)	Pupa	16	12 a 16 - variando de 7 a 23 .
e)	Adulto (cocón)	9 a 19 - 12 a 15 en promedio.	2 a 19 - 11 en promedio
f)	Preoviposición + madurez sexual	—	17 mín. - 47 máx. 28 en promedio

Fuente: Elaboración propia (2018).

Los resultados sobre el ciclo biológico en el cultivo de henequén indican que su duración de huevecillo a adulto, es de 133 a 137 días, a una temperatura media de 27°C y humedad relativa de 62 a 93% Ramírez (1993a), citado por Solís Aguilar (2001, p. 25).

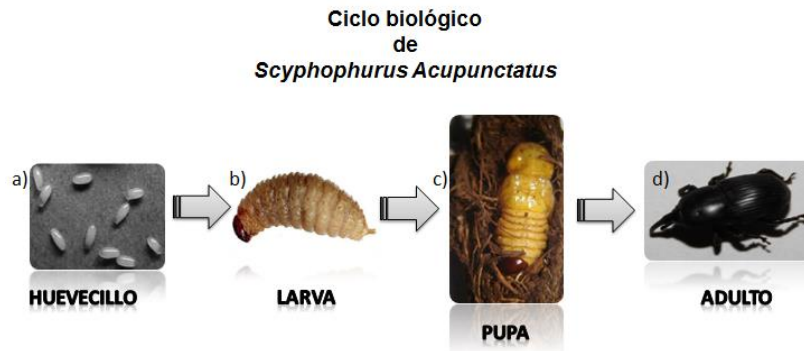
En condiciones de laboratorio la duración del ciclo biológico en maguey pulquero es de 81 días, desde huevecillo hasta la emergencia del adulto, con un tiempo promedio de incubación de los huevecillos de 8 días; el estado de larva es de 58 días y el de pupa es de 13 días. (Solís Aguilar, 2001, p. 25)

S. acupunctatus es una especie multivoltina, que puede presentar cuatro a cinco generaciones al año, debido a que requiere de 50 a 90 días para completar el ciclo de vida, lo que explica la presencia de picudos adultos aún bajo condiciones ambientales críticas. Waring y Smith (1986), citado por Servín, et al. (2006, p. 6)



En la siguiente imagen se representa cada etapa por la que pasa el picudo hasta llegar a la adultez, para tener más clara la información anteriormente citada y conocer de manera visual este ciclo.

Imagen 8. Ciclo biológico del picudo.



Fuente:

Elaboración propia, (2018)

En cuanto a las etapas del picudo los productores mencionan que este insecto pone el huevo en la axila del maguey (a partir de ahí, el agave tiene una vida de mes y medio aproximadamente cuando entra el picudo, si este no es detectado a tiempo), por otra parte se ha identificado que la larva es la que más daña al agave, afectando aproximadamente 50 cm alrededor de donde se encuentre y provoca la pudrición de la penca por una bacteria que contiene, en cuanto los adultos solo salen para reproducirse y se ha observado que vuelan a ciertas horas en la noche.

III.5 Daños del picudo en el cultivo de Agave

El picudo del agave se considera actualmente como la principal plaga que perjudica económicamente al Ejido Oxtoyáhuatl, según los productores de agave.

Al estar presente todo el año *S. Acupunctatus* causa diversos daños, directos e indirectos que si no son detectados a tiempo pueden inducir la disminución en la calidad de la piña, hasta la muerte de los agaves. (Servín & et al, 2006, p. 1)



Daños directos

Los daños directos en agaves son ocasionados por las larvas del picudo, las cuales atacan la piña y el cogollo de la planta, los daños a hojas (pencas) se presentan en baja incidencia. El adulto oviposita en la parte cercana al ápice del cogollo y al emerger las larvas, éstas barrenan hacia el interior de la piña de agave principalmente maduro. Una vez que emerge la larva, esta perfora y hace galerías en la parte basal y periferia de las hojas (pencas), donde realiza perforaciones que pueden ser profundas, cuando las pencas van abriendo, se nota un orificio en cada una de ellas. El ataque es más agresivo en plantas de más de 4 años de edad, ya que estas plantas producen altas cantidades de azúcares, aunque también pueden atacar plantas jóvenes de 1 a 3 años e incluso hijuelos. (Pérez y Rubio, 2007; González *et al.*, 2007; citado por SENASICA-DGSV, 2016, p. 5)

Se ha observado dentro de la zona de estudio que el daño dentro de la piña afecta el crecimiento de las pencas y de la planta en general, las cuales generalmente se van doblando hacia un lado y no tienen fuerza para sostenerse, por lo cual si se parten se pueden encontrar en su interior larvas, pupas o adultos del picudo y si no se tiene el manejo adecuado con estas prácticas o con los desechos de las plantas infectadas puede haber una dispersión del picudo a otras plantas o parcelas.

Imagen 9. Daños directos ocasionados por larvas y adultos del picudo.



Fuente: Fotografía propia (2018).

Daño indirecto

En las piñas de la planta de agave dañadas por el picudo se observa tejido necrosado o en proceso de descomposición que rodea la zona barrenada por las larvas, en el cual se ha



determinado la presencia de hongos y bacterias. (Waring y Smith, 1986; citado por INIFAP, 2013, p. 13).

Solís Aguilar, et al.(2001) menciona que “El picudo del agave puede ser un vector natural que introduce la bacteria *Erwinia carotovora* (Jones) en el agave, en los tejidos enrojecidos cercanos a las galerías causadas por las larvas de los picudos se han detectado solamente bacterias. “(p. 664)

Es la entrada por los orificios hechos por las larvas, los cuales también contribuyen a una muerte más rápida de la planta. Sin embargo, se ha observado que cuando los picudos atacan hijuelos o plantas jóvenes, no hay asociación con pudriciones (González; et al., 2007, citado por SENASICA-DGSV., 2016, p. 7)

Las consecuencias que genera esta plaga en las plantaciones de agave pulquero son:

Económicas.- En casos en los que el picudo afecta a la planta, pero que aún se puede rescatar, ya que no hay daños en su totalidad, esto genera bajos rendimientos de producción de aguamiel, además se ocasionan gastos adicionales en mano de obra e insumos para implementar métodos de prevención y control como sulfocálcico y trampas con feromonas, que hasta ahora son algunos métodos utilizados en el Ejido.

Sociales.- Al no tener un control sobre esta plaga existe un desinterés en los actuales productores y en demás ejidatarios en ver la producción del agave como un riesgo por miedo a no tener buenos índices de producción a causa de la afectación del picudo en el agave, es así que algunos han abandonado las plantas de agave, dejando de lado labores culturales que requiere la plantación para tener en buen estado las parcelas y con ello controlar la presencia del picudo y su dispersión.

Ambientales.- En algunos casos para controlar a la plaga del picudo, algunos productores utilizan productos químicos con toxicidad para los insectos, como el insecticida “foley” que puede ocasionar daños a otras especies benéficas, como el gusano de maguey que genera ganancias económicas, también el uso desmedido de estos productos puede llegar a dañar la salud de los consumidores con los desechos generados en la planta o sus derivados, así mismo estos residuos contaminan y dañan al suelo.



III.6 Condiciones favorables del picudo

Como se mencionaba en el capítulo anterior en el apartado de las condiciones climáticas del Ejido, la plaga a pesar de estar presente durante todo el año aumenta en los meses de mayo a octubre, periodo más húmedo y cálido del año, mientras que en las épocas más frías de diciembre a abril se presenta la población más baja. (Visita exploratoria de campo, 2018)

En las siguientes tablas se muestran las condiciones ambientales, como temperatura y precipitación que favorecen o perjudican el desarrollo del picudo.

Tabla 9. Clasificación de las temperaturas para el desarrollo de *Scyphophurus acupunctatus*.

Temperatura (°C)	Clasificación
7 a 12	Nulo para el desarrollo del insecto
13 a 18	Deficiente para el desarrollo del insecto
19 a 24	Bueno para el desarrollo del insecto
25 a 30	Óptimo para el desarrollo del insecto

Fuente: Aquino, et al. (2010) citado por Cardoso Parra (2016, p. 10).

Tabla 10. Clasificación de las precipitaciones para el desarrollo de *Scyphophurus acupunctatus*.

Precipitación (mm)	Clasificación
0 a 300	Nulo para el desarrollo del insecto
301 a 600	Deficiente para el desarrollo del insecto
601 a 900	Bueno para el desarrollo del insecto
901 a 1200	Óptimo para el desarrollo del insecto

Fuente: Aquino, et al. (2010) citado por Cardoso Parra (2016, p. 10).

De acuerdo con las tabla 9 y 10 de las condiciones atmosféricas ideales para el desarrollo del picudo y la información obtenida de las condiciones climáticas del Ejido Oxtoyáhuatl, con una temperatura promedio de 14° C anual, por lo que el desarrollo del insecto es deficiente, pero por otra parte la precipitación anual del Ejido es de 600mm, esto significa que hay un deficiente desarrollo para la plaga, por lo que se podría presentar un índice de población bajo del insecto plaga al tener baja precipitación y temperatura.



Para tener clara esta situación se realizó un análisis de conteo en las parcelas de estudio para así, identificar las plantas afectadas por la plaga.

III.7 Porcentaje presente de plantas afectadas por la plaga en el Ejido Oxtoyáhuatl

Para evaluar los daños causados por el picudo en el Agave *Salmiana* dentro del Ejido Oxtoyáhuatl se valoró la incidencia y el nivel de daño presente de julio a septiembre de 2018 en los agaves de las parcelas 1 y 2 de estudio, basándonos en el autor Romero Cervantes Imelda (2015), mediante “Los muestreos de cinco de oros (cada lote 10m x 10m) por hectárea. La incidencia se estimó visualmente (muestreo no destructivo) con base a la observación de síntomas el muestro se realizó de forma visual, es decir un muestreo no destructivo. La estimación por lote se realizó dividiendo las plantas dañadas por el picudo, entre el total de plantas en 100 m²”. (p. 53)

Se tomaron como muestra cinco cuadrantes por ha., considerando las cuatro esquinas de la parcela tomando en cuenta el centro para también ser muestreado, este método es un proceso para evaluar una población completa a partir de una muestra representativa, planta por planta de cada cuadrante, de esta manera se tomó la incidencia promedio de cada parcela.

Para la parcela uno de estudio, el porcentaje total de afectación del picudo en una hectárea es de 23.33%, el cual representado en número de plantas equivale a 420 plantas afectadas por 1800 agaves totales, visualizándose en la tabla 11 y en la gráfica 3.

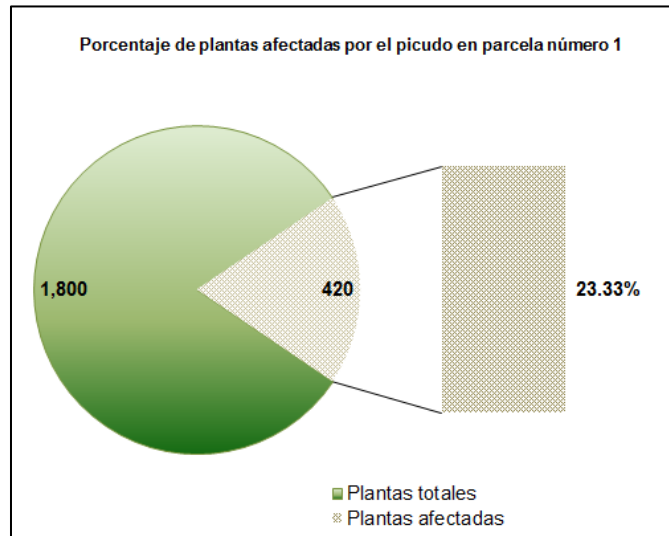
Tabla 11. Porcentaje de plantas afectadas por el picudo en la parcela 1.

Parcela de estudio número 1		
Total de agaves (10m ²)	Número de agaves afectados	Porcentaje de afectación
12	3	25.00%
12	2	16.67%
12	4	33.33%
12	2	16.67%
12	3	25.00%
Total	14	23.33%

Fuente: Elaboración propia (2018)



Gráfica 3. Porcentaje de plantas afectadas en la parcela 1.



Fuente: Elaboración propia (2018)

Aunque no es una gran cantidad de devastación sí afecta al productor de la parcela uno, puesto que hay pérdidas económicas en plantas, mano de obra e insumos utilizados para controlar al picudo.

En septiembre se continuó con el análisis en la parcela 2, contrastando los resultados de la parcela 1 se observó que el porcentaje es menor, porque el espacio de siembra que se utiliza contribuye a tener menor número de agaves, además con la técnica de rotación de cultivos puede beneficiar a la reducción del porcentaje de afectación, ya que traduciéndolo a plantas afectadas son 50 de 500 agaves totales lo cual se puede visualizar en la tabla 12 y gráfica 4.

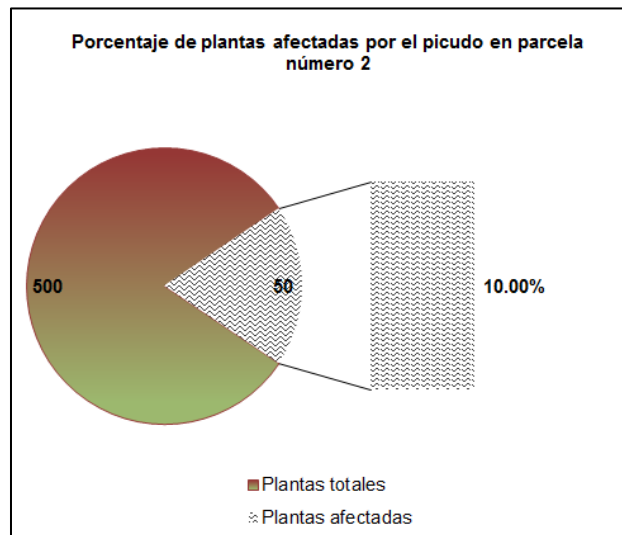
Tabla 12. Porcentaje de plantas afectadas por el picudo en la parcela 2.

Parcela de estudio número 2		
Total de agaves (10m ²)	Número de agaves afectados	Porcentaje de afectación
6	1	16.67%
6	1	16.67%
6	0	0.00%
6	1	16.67%
6	0	0.00%
Total	3	10.00%

Fuente: Elaboración propia (2018)



Gráfica 4. Porcentaje de plantas afectadas por el picudo en la parcela 2.



Fuente: Elaboración propia (2018).

A pesar de que la población de la plaga no es mayor al 30% en las dos parcelas y contrastado con los datos referidos por el autor Aquino, para las condiciones favorables del picudo en la que el Ejido se clasifica como deficiente para su desarrollo, hay una clara concordancia con los datos obtenidos a través del muestreo. Pero si no se tiene un buen manejo de ésta y no se atienden las unidades de producción, la población de picudo podría aumentar en un corto tiempo.



Continuando con la evaluación de los daños visibles causados en las plantas, se realizó una escala pictográfica ilustrando el nivel de severidad que provoca el picudo, del nivel 0 hasta el nivel 3 cada una con sus características presentándose en la siguiente tabla.

Tabla 13. Nivel de severidad por la plaga picudo en el *agave Salmiana*.

Nivel	Características
0	Plantas aparentemente sanas.
1	Presenta doblamiento con debilidad en la raíz por lo que se desprende fácilmente del suelo.
2	De una a dos lesiones visibles de color marrón rojizo por ovipostura del picudo (orificios en las pencas y pudriciones acuosas), endurecimiento de las hojas (pencas secas).
3	Galerías en la parte basal y dentro de la piña, (perforaciones que pueden ser profundas). Presencia abundante de larvas y picudos dentro de la piña y en la raíz.

Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen 10. Nivel 0 de severidad por la plaga picudo.



Fuente: Fotografías propias (2018).

Imagen 11. Nivel 1 de severidad por la plaga picudo.



Fuente: Fotografías propias (2018).



Imagen 12. Nivel 2 de severidad por la plaga picudo.



Fuente: Fotografías propias (2018).

Imagen 13. Nivel 3 de severidad por la plaga picudo.



Fuente: Fotografías propias (2018).





Capítulo IV. Una alternativa sustentable en el Ejido Oxtoyáhuatl

Ahora que hemos especificado sobre el *agave Salmiana* y el picudo es necesario hablar sobre el eje principal de esta investigación, los principios generales de desarrollo sustentable, así como su papel en la agricultura y en el manejo integrado de plagas, englobando todos ellos para lograr una evaluación del control del picudo en el agave, en el Ejido Oxtoyáhuatl que dará pauta a seleccionar la alternativa más sustentable y adecuada para el objeto de estudio.

IV.1. Concepto de desarrollo sustentable

Desde que la sociedad tomó conciencia del efecto negativo que estaba provocando al medio ambiente a finales del siglo XX, empezaron a esbozarse medidas para contrarrestarlos, es así como distintas naciones replantearon las políticas de desarrollo socio-ambientales y económicas que condujeran al establecimiento de objetivos comunes entre el hombre, el medio ambiente, recursos y el desarrollo.

A pesar de que han pasado muchos años desde que el concepto del desarrollo sustentable se creó, el informe Brundlant sigue siendo la principal base para su entendimiento.

Con forme a ello, nos dice Velázquez Contreras (2015) que “En concordancia con el informe de Brundtland por el desarrollo sustentable se hace referencia el desarrollo que satisface las necesidades de las presentes generaciones, sin comprometer las capacidades de las futuras de satisfacer las propias. En ese sentido se reconoce que existen tres dimensiones fundamentales para transitar el desarrollo sustentable que son la ambiental, social y la económica”. (p. 1)

Los problemas de sustentabilidad se asociaban casi de manera exclusiva a aspectos relacionados con el deterioro del ambiente natural. Sin embargo, la discusión se fue ampliando para incluir las dimensiones humanas del entorno, sobre todo en sus aspectos sociales y económicos. Por eso, en una sociedad sustentable el desarrollo también deberá ampliar su significado, para pasar de la visión restringida de crecimiento económico hacia



una visión ampliada de calidad de vida y protección ambiental, que incluya más allá del crecimiento económico. (González Castillo & de las Nieves Sánchez Guerrero, s/f, p. 13)

Es así que el desarrollo sustentable nos plantea un pensamiento más allá de la actualidad, puesto que hay que pensar en el futuro de las próximas generaciones teniendo una buena calidad de vida, involucrando también a todos los sectores que proveen de recursos necesarios a las personas, en este caso la agricultura y los campesinos juegan un papel importante para este concepto.

Como mencionan los autores, los productores del Ejido y todo aquel que tenga interés en el agave deben tener una visión integradora e innovadora del desarrollo sustentable, no solo en la importancia del cuidado del medio ambiente sino incluir los criterios sociales y económicos que conlleven a obtener un crecimiento comunitario y esto puede iniciarse desde la importancia que tienen sus cultivos.

El término desarrollo sustentable puede definirse muy diversamente y estar implícito en diferentes temas, en esta investigación hacemos énfasis en incluir este término en la agricultura, los campesinos y un tema de gran interés para los productores del Ejido Oxtoyáhuatl, el Manejo Integrado de Plagas. Por eso es importante tener definiciones específicas sobre cada uno de estos conceptos para comprender el objetivo principal del presente estudio.

IV.2 Agricultura sustentable y el papel del agricultor

El sector agrícola enfrenta diversos desafíos a nivel global, tales como aumentar su productividad para suplir la creciente demanda de alimentos, mejorar su eficiencia en el uso de los recursos naturales, adaptarse a los nuevos patrones climáticos y hacer una contribución positiva al medio ambiente y a la sociedad. Es por ello, que emerge la necesidad de desarrollar una actividad agrícola que conjugue la protección del medio ambiente, la equidad social y la viabilidad económica, en suma, una agricultura sustentable. (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA, 2016)

Así como menciona la ODEPA, en el Ejido Oxtoyáhuatl se busca aumentar la productividad del maguey, sin olvidar un buen manejo del medio ambiente y las necesidades de la



comunidad, que busca controlar la plaga del picudo sin afectar su economía, los recursos naturales y lograr este aumento de aguamiel.

Por otra parte, la agricultura sustentable persigue también una distribución justa y equitativa de los costos y beneficios asociados con la producción agrícola; se preocupa por el rescate crítico de prácticas de manejo utilizadas por diferentes etnias y culturas y busca reducir las desigualdades actuales en el acceso a recursos productivos. Intenta así mismo desarrollar tecnologías y sistemas de manejo adaptados a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales. Finalmente la agricultura sustentable trata de ser rentable económicamente. (Masera, et al., 1999, p. 15)

De acuerdo a lo que nos menciona el autor Masera (1999) en las parcelas de estudio de igual manera se busca el rescate de las prácticas antiguas para el manejo del agave y el control del picudo y que aún son utilizadas, plasmándolas en la investigación, así mismo se proponen nuevas técnicas para la prevención de la plaga que puedan adaptarse y beneficiar a los ejidatarios siempre tomando en cuenta el favorecimiento del medio ambiente.

IV.2.1 Participación del agricultor

Alemán *et al.* (2006); citado por Toledo (2012) expresa que “Se han logrado avances importantes en la participación de los productores de México en el MIP, a través de escuelas de campo denominadas “Escuelas de campo de experimentación agrícola” porque además del proceso de “Aprender haciendo”, involucra la investigación participativa”. (p. 28)

Para ello el MIP debe estar enfocado a los agricultores, así mismo las tecnologías con las que se cuenten deben ser accesibles y claras para que el agricultor pueda practicarlas en el cultivo del agave, por otra parte es importante que ellos tengan apoyo en cuestión de asesoría y conocimientos necesarios para un buen manejo del MIP, sin embargo lo que menciona Toledo respecto a los escuelas de campo de experimentación no llegan siempre a todas las comunidades, o son solamente aplicados en casos específicos, en lo particular en el Ejido Oxtoyáhuatl, hace falta ayuda para aplicar nuevas tecnologías y complementar conocimientos en relación al MIP.



Toledo (2012) menciona que “El éxito de un programa dependerá del grado de compromiso de las personas involucradas, en el que la comunicación es una de las claves para un exitoso entendimiento y aceptación. Sin embargo no basta aceptar que una plaga puede ser controlada a través del MIP es necesario también poner manos a la obra”. (p. 29)

Como menciona el autor no basta con tener y conocer la información referente del MIP, sino que es necesario que los productores de agave muestren interés en la aplicación de los controles básicos para plagas como el cultural, mecánico y químico y estar dispuestos a experimentar con nuevos métodos, como el control biológico y de esta manera controlar al picudo dentro de las parcelas.

IV.3 ¿Cómo se llega al Manejo Integrado de Plagas?

La filosofía del MIP se acopla perfectamente a los principios de la agricultura sustentable, ya que sus estrategias y tácticas toman en cuenta los intereses de los productores y la sociedad; así como su impacto sobre el ambiente. El concepto MIP y los sistemas agrícolas sustentables han generado un renovado interés por los métodos culturales de control que incluyen la diversificación o policultivos, y la manipulación ambiental y biológica para promover la biodiversidad. (Altieri, 1994)

Así mismo dentro del sistema agave y el control del picudo, mediante el Manejo Integrado de Plagas, los métodos y técnicas más adaptables para el cultivo y que se retomarán más adelante, como ya lo menciona el autor Altieri, (1994) son el método cultural y biológico, incluyendo además el método o control mecánico físico y químico para un enriquecimiento más amplio sobre este estudio.

La agricultura sustentable se refiere a los sistemas agrícolas que son viables desde los puntos de vista ecológico, económico, y social, tanto en el corto como en el largo plazo. Más que enfocarse en ciertas prácticas agrícolas, representa un sistema de alimentos en las siguientes metas de acuerdo a Toledo (2012, p. 36 y 37):

- a) Optimizar los rendimientos de alta calidad en función de los costos.
- b) Minimizar el impacto sobre los recursos naturales, incluyendo biodiversidad, suelo, agua, etc.
- c) Promover la sanidad del medio ambiente.



- d) Diversificar las actividades del medio ambiente.
- e) Maximizar los recursos bióticos y abióticos, entre ellos los enemigos naturales y la energía solar.
- f) Mantener el sistema de explotación indefinidamente.

Así como en el MIP, la agricultura sustentable tiene el mismo fin en común; desarrollar sistemas agrícolas con bases ecológicas y económicas, ya que el MIP es un componente clave en los sistemas de agricultura sustentable, que ayuda a reducir los costos de producción en cuestión de prevención de la plaga, mediante la participación de los agricultores y concientizar sobre alternativas nuevas en la agricultura para el cuidado del medio ambiente.

Todos estos conceptos sobre desarrollo sustentable y sustentabilidad agrícola nos dan un enfoque para comprender el gran significado que tienen dentro del agave y el control del picudo, sin embargo se debe hacer una valoración adecuada de la sustentabilidad en el sistema agrícola del agave, así como definir cada tipo de control y técnica del MIP aplicable al cultivo para que con ello se logre una buena alternativa sustentable de la plaga, por lo que de manera específica se desarrolla en el siguiente capítulo.





Capítulo V. Manejo integrado de la plaga “picudo” (*S. acupunctatus*)

V.1 ¿Qué es el Manejo Integrado de Plagas?

Para el manejo de malezas, plagas y enfermedades se busca reducir al máximo el uso de productos químicos, evaluando todos los tipos de controles existente (biológico, natural, etc.), en búsqueda de un equilibrio entre la protección a los cultivos, la factibilidad económica, y la minimización de impactos ambientales y a la salud humana. Este método es conocido como Manejo Integrado de Plagas (MIP), que normalmente cuenta con tres etapas: prevención, monitoreo y control. (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA, 2016, p. 27)

El MIP no es un método de control de plagas único, sino que se trata de un enfoque que incluye una serie de evaluaciones, decisiones y controles relacionados con el manejo de plagas. Como resultado, cada programa de MIP es diferente, está diseñado en función de las metas individuales de prevención de plagas y la necesidad de erradicarlas, siempre teniendo en cuenta el entorno o el marco ecológico. Estos métodos de control pueden ser muy efectivos y rentables y presentan poco o ningún riesgo para las personas o el medio ambiente. (Agency, 2017, p. 1)

Por su parte Dirección Nacional de Alimentación & Aventis Environmental Science (s/f) nos menciona que “El MIP, es la utilización de todos los recursos necesarios, por medio de procedimientos operativos estandarizados, para minimizar los peligros ocasionados por la presencia de plagas”. (p. 6)

De esta forma podemos considerar que dichas referencias están de acuerdo que para lograr un MIP se requieren procedimientos establecidos para el cuidado de la producción logrando que sean preventivos más no correctivos contra las plagas, además por ser un método integrado debe presentarse con costos rentables, bajos riesgos ambientales y de salud.

Retomando las tres etapas claves de acuerdo a Dow AgroSciences (s/f), para desarrollar adecuadamente un MIP:



1. Prevención: El punto de partida del MIP se basa en minimizar el impacto que las plagas pueden causar al cultivo. Algunas herramientas de prevención son:
 - Seleccionar las variedades que se adapten mejor localmente.
 - Utilizar la rotación de cultivos, las prácticas culturales y de riego que ayuden a manejar las plagas.
 - Mantener un hábitat adecuado para los insectos benéficos.
 - Reducir el crecimiento de malezas y enfermedades al hacer un manejo adecuado de los residuos post cosecha.

2. Monitoreo: La segunda etapa consiste en monitorear el lote, verificando los resultados de las prácticas de prevención utilizadas, detectando la presencia de plagas y los niveles de daño causados. Un monitoreo adecuado y oportunamente realizado es fundamental para la toma de decisiones relacionadas con el método de control que se aplicará.

3. Control: Por último y con base a los resultados obtenidos durante el monitoreo del lote, se definirá la medida más adecuada para el control eficiente de la plaga. Se debe considerar el estadio de desarrollo del cultivo y de la plaga, así como los factores económicos, ambientales y sociales. Las medidas de control pueden ser físicas, culturales, biológicas o químicas. (p.2, en línea)

Es necesario utilizar las tres etapas claves del MIP de forma complementaria para obtener un resultado exitoso en el manejo de la plaga y minimizar los daños que provoca en el cultivo, en este caso el agave.

V.2. Antecedentes de los métodos más utilizados por los productores

Sobre los métodos de manejo que se llevan a cabo en el Ejido Oxtoyáhuatl, podemos mencionar que entre los años de 1997 a 1998, la plaga del picudo ya era una amenaza activa, ya que en 2 meses destruyó más de 1,000 plantas dentro de las parcelas, entonces para eliminar a la plaga se provocó un incendio en la plantación, sin embargo esto no se logró por completo, por lo que los productores optaron en canalizar a varios especialistas en el tema como agrónomos y universidades para conocer algunas técnicas de control para el picudo. (Visita exploratoria de campo, 2018)



Es así como los productores de este Ejido aprendieron a lo largo del tiempo a utilizar varios métodos de control preventivo y que hasta la fecha utilizan, como el control cultural con la limpia de sus parcelas, eliminación de malezas, preparación del terreno, abonar de manera orgánica, es decir tener mayor cuidado dentro de su producción. Así mismo también hacen uso del control físico-mecánico como la utilización de herramientas para arrancar las pencas dañadas por el picudo, así como la destrucción manual de este insecto mediante la revisión de sus plantas.

De forma química hacen uso de trampeos con atrayentes de feromonas y biopreparados, como el caldo sulfocálcico aplicado en bombas aspersoras, siendo un modo eficaz para la prevención y también para el control del picudo.

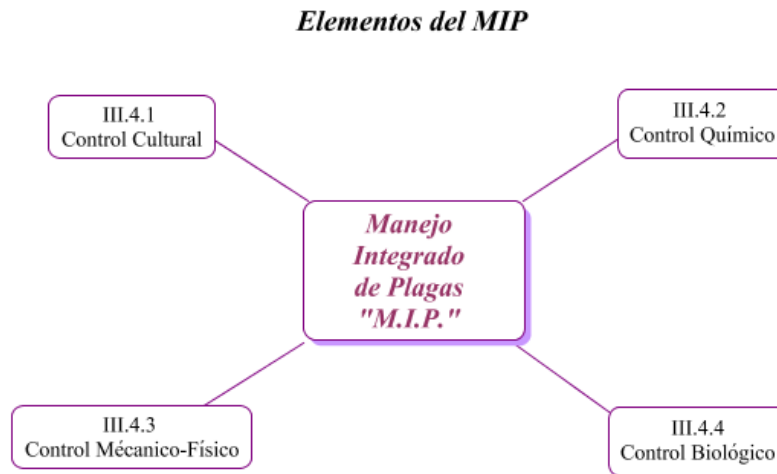
V.3 Elementos del Manejo Integrado de Plagas

Considerando los cambios actuales en la agricultura como la sostenibilidad, la rentabilidad económica, la participación de ambos géneros y apropiadas prácticas tecnológicas, todas ellas direccionadas a una agricultura sustentable, el manejo adecuado del cultivo del agave implica valorar la forma en que se controla al picudo para comenzar a lograr una agricultura sustentable dentro del Ejido Oxtoyáhuatl, así mismo es indispensable contar con la plena participación de los agricultores, para obtener un adecuado manejo integral de plagas y llegar a esta sustentabilidad.

Así que, tomando en cuenta las evaluaciones, decisiones y controles relacionados con el manejo de la plaga del picudo en el cultivo del agave, utilizados dentro del Ejido y los que se podrían adaptar a la plantación, la siguiente imagen muestra los elementos del manejo integrado de plagas acorde a lo mencionado.



Imagen 11. Elementos del Manejo Integrado de Plagas.



Fuente: Elaboración propia (2018).

V.3.1 Control cultural

Bodan et al., (1979) citado por Jiménez M.(2009) dice que “En el control cultural se hace uso de prácticas agronómicas rutinarias para crear un agroecosistema menos favorable al desarrollo y sobrevivencia de las plagas o para hacer al cultivo menos susceptible a su ataque. Es una de las prácticas antiguas como la agricultura misma”. (p. 78).

Por su parte Romero Contreras (2004) dice que “El control cultural ayuda a mejorar aquellas prácticas campesinas que ya se ejercitaban: el ataque frontal por diferentes medios mecánicos, fundamentalmente el arado profundo, recolección, limpieza y remoción”. (p. 336).

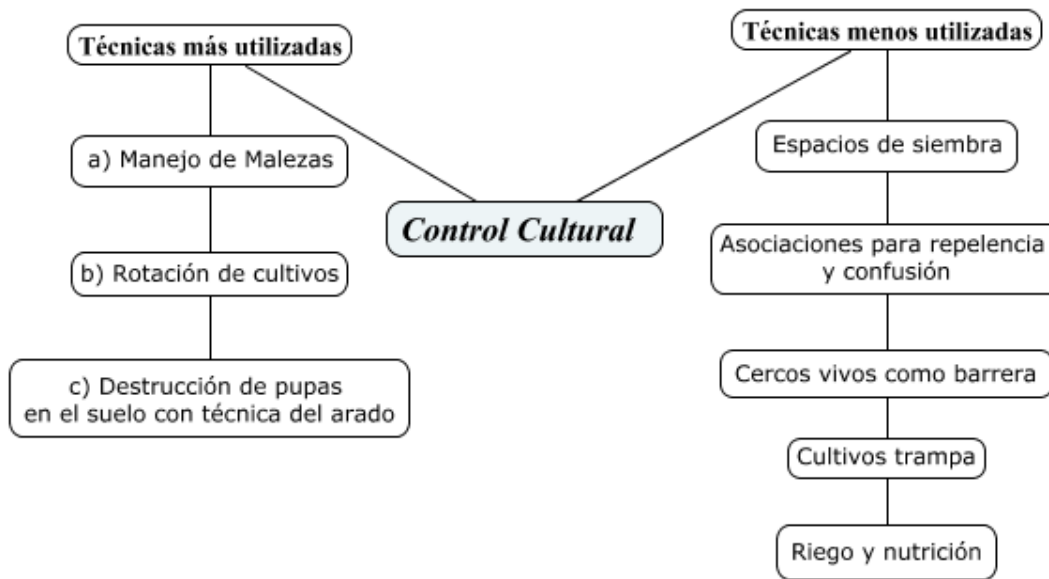
Y Ureta, et al. (2014) lo llama como “periodo de campo limpio”, que consiste en mantener un área agrícola y sus alrededores libres de cultivos y plantas hospederas. (p. 82)

El siguiente mapa (imagen 14) muestra las técnicas aplicadas del control cultural, de lado derecho se encuentran las que no son utilizadas en el Ejido, pero son otras opciones de técnicas más utilizadas dentro del control cultural y que pudieran ser aptas para aplicar en el cultivo del agave.



Sin embargo, de lado izquierdo se encuentran las técnicas más utilizadas, que consideran los productores son las más eficientes para prevenir la plaga actualmente en sus cultivos, investigándose las más económicas y de fácil adquisición.

Imagen 12. Mapa conceptual de las técnicas aplicadas en el Ejido Oxtoyáhuatl del Control Cultural.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Ya conociendo algunas definiciones del control cultural de los autores mencionados, se describen a continuación detalladamente las técnicas más utilizadas del control cultural.

V.4.1.1 Técnicas más utilizadas

a) Manejo de malezas

Las malezas de los canales de irrigación, acequias y bordes de campo suelen constituir refugios intermedios de diversas plagas entre una campaña agrícola y la siguiente. También constituyen reservorios de diversas enfermedades. Dentro del campo, las malezas no solamente son competidoras de nutrientes, luz y agua de los cultivos, sino que pueden favorecer el desarrollo de varias especies de plagas y enfermedades por lo que es aconsejable su destrucción, pero esta medida debe sopesarse con la posibilidad de que la misma vegetación albergue y asegure la permanencia de la fauna benéfica, parásitos y



predadores de las plagas, que se encuentran transitoriamente viviendo sobre insectos hospederos alternantes. (Cisneros V., 1995, p. 4)

Dentro del cultivo del agave en las parcelas de estudio 1 y 2, se realiza el manejo de malezas junto con la aplicación del sulfocálcico y frecuentemente en temporadas de lluvia, pero también se emplean algunos animales como caballos para que se alimenten de la misma.

Otra opción que se puede utilizar en este cultivo es la desbrozadora, que se trata de una máquina que se emplea para eliminar las malas hierbas o para el desbroce del monte. Una de las ventajas de utilizar desbrozadoras es que posibilitan trabajar de manera ágil y eficaz.

Facilitando así el deshierbe dentro de las parcelas y entre las plantas de agave, cuando son épocas de lluvia en las que el picudo prolifera con facilidad lo que disminuiría el tiempo empleado en esta actividad.

b) Rotación de cultivos

El desarrollo de la práctica de efectuar rotaciones se debió a que los cultivos establecidos de esta forma rendían más que si la misma especie se cultivaba continuamente durante un cierto periodo de tiempo en la misma parcela (monocultivo). Se considera como una clase especial de asociación de cultivo, o sea, que las plantas son colocadas en relevo no intercaladas. Estas rotaciones pueden ser un método altamente efectivo para evitar daños serios de plagas en los suelos, incluyendo las bacterias y hongos causantes de marchites, nemátodos e insectos. Esta técnica puede ser exitosa solamente cuando se hacen rotaciones de cultivos no susceptibles con susceptibles, lo que usualmente significa que se rotan plantas pertenecientes a familias ampliamente separadas taxonómicamente. (Jiménez M., 2009, p. 80)

En la parcela de estudio número dos, se emplea esta técnica dos veces al año utilizando el cultivo de maíz lo que pudo generar baja población de picudo como se observó en los resultados obtenidos en la tabla 12.



c) Destrucción de pupas en el suelo con la técnica del arado

Muchos insectos empupan en el suelo para completar su ciclo biológico o para pasar el período invernal en estado de diapausa. En tales casos la roturación del suelo con el arado provoca la destrucción de las cámaras pupales, o la profundización de las pupas imposibilitando la emergencia normal de los adultos o, por el contrario, las extrae exponiéndolas al frío, a la desecación por el calor, o a la acción predatora de los enemigos naturales. (Cisneros V., 1995, p. 5)

La aradura puede reducir sustancialmente las poblaciones de malezas, babosas, o cualquier otra clase de organismos nocivos de los que habitan en el suelo. Aparte de la mortalidad directa causada por el corte del arado y los discos, esos organismos pueden morir de desecación o por quedar expuestos al ataque de depredadores, especialmente los pájaros, lo cual pueden constituir una importante causa de mortalidad. (Jiménez M.,2009, p.80)

Esta técnica es muy empleada para la agricultura tradicional y en menor escala dentro del Ejido, aunque para el caso del picudo resulta benéfica para combatir en su mayoría a los adultos, pues son los que pudieran encontrarse fuera del agave con mayor probabilidad, ya que como se explicó anteriormente en el capítulo III, las larvas empupan dentro de la piña o en el suelo cerca de la base de la planta, lo que dificulta su destrucción mediante esta técnica.

No obstante, hay ciertas ventajas y desventajas dentro del control cultural, que a continuación se describen:

Tabla 14. Ventajas y desventajas del Control Cultural.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Las técnicas aplicadas no son costosas porque las herramientas a utilizar tienen una larga vida útil. • No causan contaminación ambiental, excepto en los casos de preparación de suelo, porque llegan a degradarse. • Las técnicas son selectivas y generalmente compatibles con otros métodos de control de plagas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las técnicas utilizadas son métodos antiguos ya que no se tiene información para implementaciones de nuevas tecnologías. • Estos procedimientos son preventivos en su mayoría y por consiguiente, no hay técnica que erradique toda la plaga.

Fuente: Elaboración propia (2018).



V.3.2 Control químico

Martínez (2010) Define que “El control químico es la utilización de cualquier producto químico natural o sintético, que contribuya a mantener los insectos o plagas a un nivel poblacional bastante reducido”. (p. 80)

Sus características y efectos sobre las plagas y del ambiente en general debe conducirnos a un uso más eficiente de estos productos, que nos permita su aplicación sólo cuando sea necesario. Sin duda los plaguicidas son las herramientas fitosanitarias más discutidas. Han sido y siguen siendo armas poderosas e inclusive indispensables en la lucha contra los insectos. En la mayoría de los programas MIP, juegan un rol muy importante, sin embargo su uso está asociado con muchos factores secundarios negativos. (Jiménez M., 2009, p. 49)

Pérez, mencionado por (Ramírez, 1993a) citado por Solís Aguilar (2001) expresa que “El combate de picudo del agave por medio de químicos es difícil en virtud de que las larvas y en ocasiones los adultos, se encuentran en las galerías del tronco y las raíces”. (p. 33)

Es por ello, que los productores del Ejido Oxtoyáhuatl tratan de evitar el uso de productos químicos sintéticos, dado el daño que pueden causar tanto en la salud de los consumidores como en los agaves y el ecosistema, sin embargo otros productores sí llegan a utilizar estos plaguicidas como el “Foley”, el cual además de no tener las medidas de sanidad dentro y fuera de las parcelas desechando y contaminando con los envases, puede llegar a presentar residuos en el aguamiel y generar resistencia al picudo, así como contaminar el suelo.

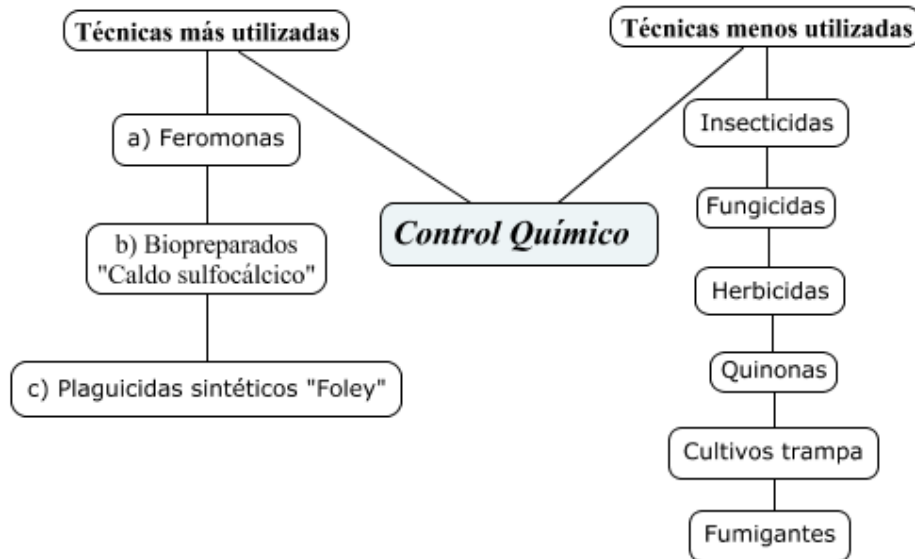
Por otra parte, se utiliza el “sulfocálcico” para controlar al picudo, que en gran parte a dado buenos resultados, pero su uso es constante incrementándolo en épocas de lluvia y aunque es un químico natural se debe de dar alternancia a otros productos.

La imagen 13, hace referencia a las técnicas del control químico más utilizadas (lado izquierdo), dentro del Ejido para el control del picudo, de lado derecho se encuentran algunas propuestas de técnicas que pueden ser adaptadas al agave, esto crea más



alternativas de productos y a no generar resistencia en el insecto con la aplicación actual de los productos químicos.

Imagen 13. Mapa conceptual de las técnicas aplicadas en el Ejido Oxtoyáhuatl del Control Químico.



Fuente: Elaboración propia (2018).

IV.4.2.1 Técnicas más utilizadas

a) Feromonas

Las sustancias químicas externas al organismo del insecto que actúan sobre su comportamiento, se conocen como semioquímicos (del griego semeion= señal) y este conjunto de sustancias comprende las feromonas y los aleloquímicos. Las feromonas son señales químicas emitidas por un insecto que le permiten comunicarse con otros individuos de su misma especie, en oposición a los aleloquímicos que son emitidos por una especie para comunicar con individuos de otra especie. (Ramírez De Lucas, 1996, p. 28)

Ramírez De Lucas (1996) menciona que “Existen varios tipos de feromonas, sin embargo la feromona utilizada para el picudo es llamada feromona de agregación que son aquellas “emitidas por un sexo y que atrae individuos de ambos sexos”. p. 28



El macho del picudo del agave produce una feromona de agregación, que atraen tanto a machos como a hembras de su misma especie, el compuesto principal de la feromona, ha sido sintetizado y utilizado eficazmente para detectar la presencia del picudo en plantaciones de agave, así como para incluirlo dentro de las prácticas del manejo de poblaciones de esta plaga. (Terán Vargas, 2010, p. 2)

El uso de trampas con feromona específica (2-metil-4-octanona + 2-metil-4-octanol) en el cultivo de agave, tiene como objetivo conocer la fluctuación poblacional del picudo del agave a través del año, para realizar las medidas de control en tiempo y forma, tomando en cuenta que en el periodo de lluvias se presentan las mayores incidencias, por lo que en este periodo debe intensificarse el trampeo. (SENASICA, 2016, p. 8)

Dentro del lugar de estudio, son utilizadas las feromonas con una idea errónea puesto que se piensa que son para controlar al picudo, sin embargo como ya se mencionó estas ayudan a monitorear la población. Son colocadas en lugares estratégicos (2 botes con feromona por cada hectárea) y se pone un cebo dulce de melaza junto con agave dulce para lograr un mayor efecto de atracción, esto permite que se tenga un acercamiento a que tan alta es la población actual del insecto dentro de la plantación, esta técnica debe ser complementaria con otras alternativas de métodos de control de plagas.

b) Biopreparados “Caldo Sulfocálcico”

IPES y FAO (2010) expresa que “Son sustancias y mezclas de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza que tienen propiedades nutritivas para las plantas o repelentes y atraentes de insectos para la prevención y control de plagas y/o enfermedades”. (p. 24)

Estas sustancias como “fitoprotectores” estos productos alternativos a los plaguicidas convencionales como los caldos han sido usados por productores de hortalizas para control de plagas y enfermedades, especialmente en los sistemas de producción ecológicos y orgánicos. Dentro de esos productos se encuentra el caldo sulfocálcico, que es obtenido por el tratamiento térmico del azufre y la cal. (Campanhola & Bettiol, 2003; Venzon et al., 2007 citado por Soto Giraldo, et al., 2013, p. 64 y 65)



Como bien lo menciona el autor, al ser productos naturales para los productores del agave, el caldo sulfocálcico es de fácil acceso y preparación para ser utilizado contra el combate del picudo.

Ese producto es conocido, principalmente, debido a su acción fungicida (Smilanick & Sorenson, 2001; Montag et al., 2005), y también es utilizado como acaricida e insecticida (Guerra, 1985; Penteado, 2000; Guirado, 2001). El efecto tóxico del caldo sulfocálcico a los insectos y ácaros, se da por la reacción de los compuestos del producto aplicado sobre la planta con el agua y el gas carbónico, resultando en gas sulfhídrico y azufre coloidal". (Abbot, 1945), citado por Soto Giraldo, Alberto; et al. (2013, p. 65)

Junto con las feromonas, el caldo sulfocálcico conforma a las técnicas más utilizadas por los productores de Agave pulquero dentro del Ejido Oxtoyáhuatl, sin embargo como se mencionaba anteriormente el uso constante del sulfocálcico pudiera generar resistencia a la plaga y tener poca eficacia.

c) Plaguicidas sintéticos "Foley"

Los plaguicidas, son sustancias destinadas a combatir plagas o pestes. Surgieron por la necesidad de manejar poblaciones de organismos nocivos para la sanidad humana, la de cultivos o frutos almacenados y la de animales domésticos. Los plaguicidas son sustancias químicas orgánicas, inorgánicas o microbiológicas, líquidas o sólidas que producen efectos tóxicos sobre ciertos organismos vivos. Se utilizan principalmente para controlar plagas de la agricultura. (Bedmar, 2011, p. 10).

El insecticida "Foley Rey", combina dos modos de acción diferentes clorpirifos etil y permetrina, la combinación logra un efecto insecticida por ingestión, contacto e inhalación; logrando un gran efecto de choque generado por la permetrina, piretroide sintético que se caracteriza por su gran rapidez de acción, buena persistencia y gran actividad a dosis bajas. Algunas ventajas en el uso de este insecticida son:

- Es una mezcla estable de dos ingredientes activos de diferente modo de acción.
- Logra un control efectivo de gusano cogollero y otras plagas.
- Posee triple acción; Contacto, ingestión e inhalación.
- Mayor persistencia de los ingredientes activos al lavado por lluvia. (Dragón, 2016 en línea.)



Dentro de las parcelas de estudio los productores suelen usar Foley Rey únicamente para vaciarlo dentro de los botes de trampas con feromonas, para lograr que los picudos mueran, pero en otros casos algunos lo usan directamente en el agave lo que causa un problema en la planta, el aguamiel y en el suelo, por lo residuos que llegan a quedarse, además de otros problemas que se mencionan a continuación:

Los plaguicidas alteran el balance de la naturaleza, desequilibrando los sistemas ecológicos; además, los insectos y algunos otros parásitos desarrollan razas resistentes a los plaguicidas, lo que hace necesario utilizar mayores dosis o productos de mayor efectividad. Por otra parte, han de considerarse detalladamente los posibles efectos tóxicos para personas y animales. Para soslayar el efecto de la resistencia se puede realizar una rotación de plaguicidas, empleando sucesivamente productos de distinta naturaleza química; otra posibilidad es practicar una rotación de cultivos que implique el desarrollo de plagas distintas, o emplear insecticidas sinérgicos. (Primo Yúfera & Carrasco Dorrién, 1977, pp. 4-5)

Es así que podemos mencionar que existen claras ventajas y desventajas dentro de los insecticidas y en general en el control químico que se enlistan en la tabla siguiente:

Tabla 15. Ventajas y desventajas del Control Químico.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Controlan varias plagas a la vez.• Son de fácil aplicación en los agaves.• Son de acción rápida.• Se utiliza poca mano de obra.	<ul style="list-style-type: none">• Efecto sobre animales silvestres u otras especies.• El picudo puede adquirir resistencia.• Efectos en insecto benéficos.• Los residuos de estos productos causan daño a los consumidores, puesto que se contamina el aguamiel.• Los costos pueden llegar a ser muy altos.

Fuente: Elaboración propia (2018).



V.3.3 Control mecánico-físico

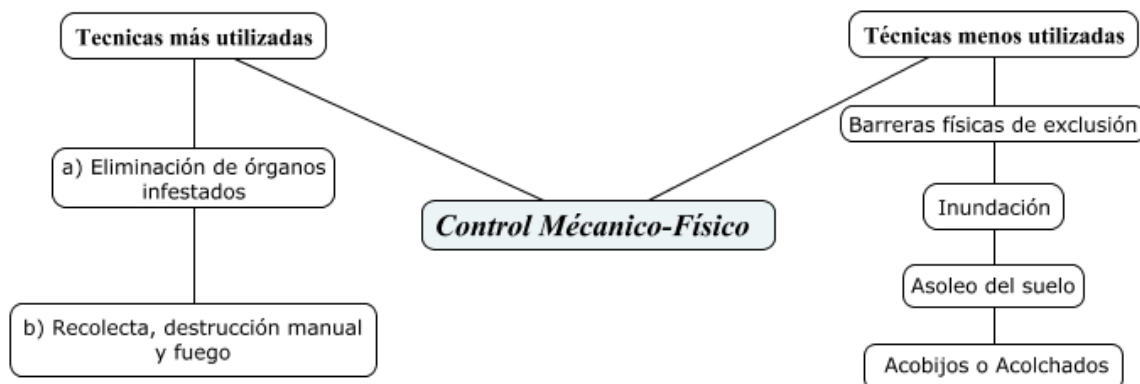
Continuando con los métodos de control para el picudo, también se encuentra el control mecánico-físico que consiste en, “el empleo de medios físicos directos o indirectos, con el objeto de destruir a los insectos provocando cambios en su actividad fisiológica normal o modificar el medio ambiente para hacerlo desfavorable e interrumpir sus funciones vitales, pudiendo ser éstos correctivos o preventivos”. (Martínez, 2010, p. 78)

Xavi Fontanet & Andreu Vila (2014) especifican que “El control físico implica cierta inversión en tiempo, pero hecha en su momento puede evitar complicaciones posteriores mucho más costosas”.

Ciertamente, como su nombre lo indica el control físico-mecánico es quizá, junto con el método cultural, el que utiliza técnicas con mayor dedicación y requerimiento en tiempo de empleo dentro de las parcelas para combatir a la plaga del agave.

Es así que en la siguiente imagen se pueden apreciar dentro del mapa de lado izquierdo, las técnicas más utilizadas en el Ejido, para el control mecánico-físico del picudo y de lado derecho las técnicas que aún nos son utilizadas y que podrían aplicarse en el cultivo del maguey.

Imagen 14. Mapa conceptual de las técnicas aplicadas en el Ejido Oxtoyáhuatl del Control Mecánico-Físico.



Fuente: Elaboración propia (2018).



IV.4.3.1 Técnicas más utilizadas

a) Eliminación de órganos infestados

Cuando los botones y frutos se encuentran infestados se distinguen fácilmente y puede procederse a su recolección manual. Los órganos recolectados se destruyen para eliminar insectos que se encuentran en ellos. La destrucción de los frutos se logra quemándolos o enterrándolos en fosas profundas que no permitan la emergencia de los insectos, debe hacerse a intervalos frecuentes para evitar que las larvas abandonen los frutos y penetren al suelo o busquen un lugar apropiado para empupar. (Cisneros V., 1995, p. 2)

Esta técnica es utilizada por los productores de las parcelas de estudio cuando la plaga es detectada dentro de las plantas que mayormente se monitorean durante las podas y en temporada de lluvias, por lo que se realiza una limpia de parcelas retirando las pencas o raíces de los agaves contaminados por larvas y picudos, tratando de rescatar a los agaves que tengan un nivel de daño mínimo, de lo contrario son retirados y deshojados a un lado de las unidades de producción.

b) Recolecta, destrucción manual y fuego

La práctica más conocida de control mecánico, e indudablemente el método más antiguo de control de plagas, es el recojo manual de insectos. Para que esta práctica sea factible los insectos, larvas o adultos, o masas de huevos, deben ser de tamaño grande y fácilmente visibles. (Cisneros V., 1995, p. 1)

Como ha sido mencionado esta técnica además de ser la más antigua, también es una de las más empleadas por los productores, es una alternativa eficaz para acabar con los adultos y como se mencionaba en la técnica de eliminación de órganos infestados al llevarla a cabo durante los monitoreos, las larvas y los adultos son destruidos a la par de esta técnica, por lo que se invierte bastante tiempo en estas dos, ya que se deben revisar cuidadosamente los agaves debajo de las raíces en donde también se encuentran comúnmente. Sin embargo, aún no existe algún aprovechamiento útil para estos insectos que pudieran generar alguna ganancia como en el gusano de maguey.

Por otra parte, la quema es una de las prácticas de control de malezas más antiguas conocidas. Su uso principal es para eliminar el exceso de vegetación. La quema destruye



muchas malezas, enfermedades e insectos, devuelve el nitrógeno (N) y fósforo (P) fijados al suelo y aumenta su PH. Requiere pocos insumos, aparte de cortar la vegetación indeseable y dejarla secar para que se queme mejor. Sin embargo, la quema conduce a la pérdida de materia orgánica y nutrientes solubles del suelo e incrementa la erosión del suelo en terrenos con pendiente, alomados. Las quemas no controladas pueden dañar la fauna y las especies de plantas deseables. El uso repetido del fuego puede cambiar la vegetación a especies resistentes al fuego. (Akobundu, 1987, citado por Shenk, 1996, en línea.)

Dentro de las técnicas utilizadas en la producción de Agave en el Ejido, la quema de plantas es vista como última alternativa, empleándose sólo en caso de no poder salvar a la mayoría de los agaves porque se encuentren infestados del picudo, caso que no se ha repetido desde 1997-1998.

Dentro del control mecánico-físico también se encuentran ventajas y desventajas dentro de la aplicación de sus técnicas, que a continuación se describen:

Tabla 16. Ventajas y desventajas del Control Mecánico- Físico.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Son técnicas sencillas y baratas pues no se requieren demasiados insumos o herramientas. • No son técnicas que contaminen el medio ambiente a excepción de la quema. • No existe presencia de residuos u agentes tóxicos. • Son técnicas muy bien adaptadas en el cultivo de agave pulquero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Algunas de estas técnicas, como el recojo manual de insectos requiere demasiada mano de obra y tiempo invertido. • La quema debe ser aplicada de forma controlada ya que puede provocar un incendio desmedido. • Las quemas no debe ser utilizadas con regularidad puesto que perjudica los nutrientes del suelo y provoca contaminación.

Fuente: Elaboración propia (2018).



V.3.4 Control biológico

SENASICA (2013) expresa que “Es una forma de introducir o manipular poblaciones de organismos vivos para disminuir la población de otros organismos plaga que causan daño al hombre”.

El CESAVEG describe que “Este control no presenta riesgo de contaminación mediante el uso de agentes de control biológico como los entomopatógenos, parasitoides y depredadores que atacan a los insectos de forma natural”.

Que de acuerdo Martínez (2010) menciona que “Pertencen al grupo de entomófagos y los patógenos parasitoides mencionando también que “desde un enfoque agroecológico los entomopatógenos representan una herramienta que ofrece bondades en el control de plagas y por tanto juegan un papel decisivo en la reducción de los insectos plagas”. (p. 24 y 76)

Respecto a los entomopatógenos utilizados para el control de los picudos, “se ha determinado que el picudo del plátano *C. sordidus* es atacado por dos hongos: *Beauveria bassiana* (Bals.) y *Metarhizium anisopliae* (Metch.), los cuales lo controlan eficazmente en las Antillas francesas, encontraron que todos los aislamientos que evaluaron de *B. bassiana* y uno de *M. anisopliae* causaban una mortalidad del 98 al 100% después de 9 días de exposición a las esporas de los hongos. Anónimo, 1984; Carballo, 1998; Kaaya et al. (1993) citado por Solís Aguilar, 2001, p. 32)

Por otra parte Siller (1985) citado por (Solís Aguilar, 2001, p. 31) comenta que dentro de la entomofauna y acarofauna asociada con las larvas y los adultos del picudo, se observaron depredadores, ácaros parásitos y ácaros foréticos, entre estos a: *Hololepta sp.* (Coleoptera: Histeridae), *Copestylum (=Volucella) haagi* (Diptera: Syrphidae), *Locustacarus buchneri Stammer* (Acariformes: Podapolipidae) (parásito de coleópteros) y *Proctolaelaps bickleyi* (Bram) (Parasitiformes: Ascidae); este último reportado como forético en coleópteros. No se reportan parasitoides para *S. acupunctatus*.

De acuerdo a estos depredadores del picudo, resulta difícil su implementación dentro de los Ejidos, puesto que se requiere de técnicos especializados en este tipo de control, por lo

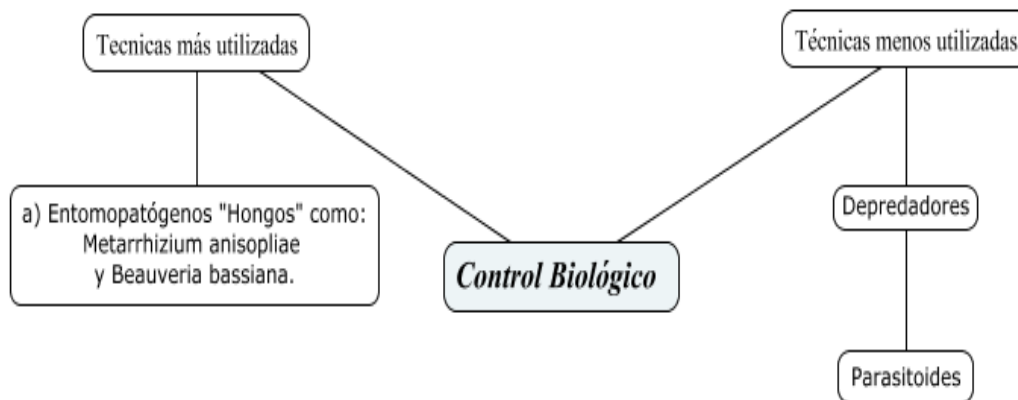


que es inaccesible para los productores la contratación e implementación dentro de las parcelas de la entomofauna de forma privada.

Actualmente en el Ejido Oxtoyáhuatl el control biológico aún no es utilizado, por falta de conocimiento en la forma de aplicación por parte de los productores, sin embargo existe un gran interés por su parte por conocer las técnicas que se puedan utilizar dentro de sus cultivos.

Es así como se muestra en la imagen 17 (de lado izquierdo) las técnicas que son utilizadas dentro del control biológico, que aunque aún no son aplicadas dentro del Ejido Oxtoyáhuatl, son las que más se utilizan actualmente para el manejo del picudo mediante este control. De lado derecho se encuentran otras alternativas que conforman parte del control biológico pero que para el control del picudo se tiene poca información.

Imagen 15. Mapa conceptual de las técnicas más aplicadas del Control Biológico.



Fuente: Elaboración propia (2018).

V.4.4.1 Técnicas más utilizadas

a) Entomopatógenos

Los patógenos de plagas son organismos vivos, diminutos que se encuentran de forma natural en el campo (rastros de cultivos, estiércol, en el suelo, plantas, etc.) estos son capaces de causar enfermedades y producir sustancias que causan la muerte de las plagas que afectan nuestros cultivos. Las especies de patógenos más conocidas son:



Hongos, bacterias y virus. Los hongos entomopatógenos poseen extrema importancia en el control de ectoparásitos, virtualmente todos los ectoparásitos son susceptibles a las enfermedades fungosas y existen aproximadamente 700 especies de hongos entomopatógenos. Dentro de los más importantes se mencionan:

Metarrhizium anisopliae, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus*, entre otros. (Jiménez Martínez, 2009, p. 24 y 25)

En este caso el ciclo de infección del insecto comienza con una espora del hongo que aterriza en la cutícula del insecto, en condiciones favorables la espora germina, produciendo un tubo germinal que penetra la cutícula. Una colonización completa requiere de 7 a 10 días y el insecto muere. (Rubio Susan & Fereres Castiel, s/f, p. 8)

El control biológico en los agaves para *Syphophorus Acupunctatus* dentro del Ejido Oxtoyáhuatl, aún no se ha aplicado por falta de campañas de difusión y quizá por los costos que implica, sin embargo se ha brindado información a los productores sobre el uso de hongos *Metarrhizium spp* y *Beauveria spp*, así como su reproducción, pero existe poca periodicidad e inconsistencia por parte de técnicos y falta de interés de algunos productores.

Es así como a partir de la información mencionada se mencionan las siguientes ventajas y desventajas que conlleva la aplicación del Control Biológico.

Tabla 17. Ventajas y desventajas del Control Biológico.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • A diferencia de los productos químicos estas técnicas no dejan residuos tóxicos. • Aplicado de manera adecuada los enemigos biológicos no causan desequilibrio en el ecosistema agrícola. • La plaga no genera resistencia a sus depredadores o entomopatógenos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento sobre los principios del método. • Falta de personal especializado • Puede generar costos altos y ser de difícil adquisición. • Para <i>S. acupunctatus</i> no existe aún registro de su reacción a este método en campo. • Puede resultar de difícil aplicación, teniendo en cuenta que las larvas y adultos se encuentran la mayor parte del tiempo dentro del agave.

Fuente: Elaboración propia (2018).



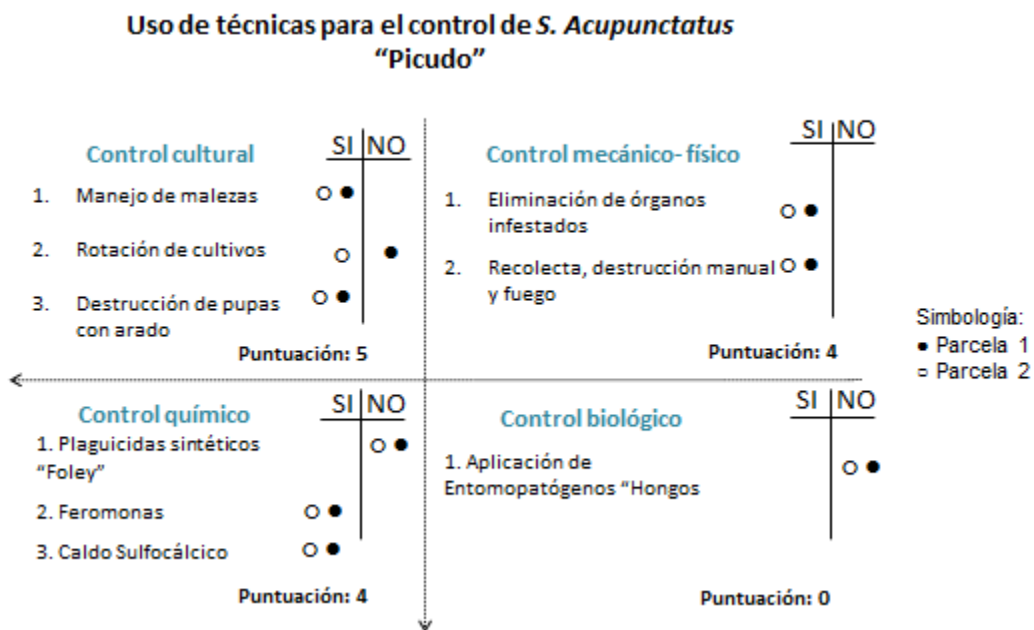
V.4 Criterios de sustentabilidad del MIP mediante herramientas participativas

Con la ayuda de herramientas de participación, basadas en el autor Geilfus (2002) se realizaron distintas dinámicas de identificación de los métodos de control de plaga, así como cada una de sus técnicas, utilizados actualmente por los productores de agave en el Ejido Oxtoyáhuatl, tomando como representación a las dos parcelas de estudio con la finalidad de identificar cuáles son las más usadas y cuales les gustaría implementar.

V.4.1 Herramientas de participación de identificación y selección del MIP

La siguiente imagen refleja los elementos del MIP puntuados de acuerdo con el grado de utilidad que le dan los productores dentro del control de *S. Acupunctatus*.

Imagen 16. Situación actual de control de plagas del Ejido Oxtoyáhuatl.



Fuente: Elaboración propia (2019) con base en Geilfus (2002)

Mediante este ejercicio se observa que la mayoría de las técnicas son las mismas utilizadas tanto en la parcela uno como en la dos, a excepción de la rotación de cultivos, es así que conforme al puntaje obtenido, el primer lugar de los métodos utilizados por los productores es el método cultural con 5 puntos con tres técnicas aplicadas, en segundo lugar se



encuentran dos controles, mecánico-físico y químico con 4 puntos, con dos y tres técnicas aplicadas respectivamente, en último lugar está el control biológico con 0 puntos puesto que aún no es utilizado.

V.5.2 Análisis cualitativo de los controles de plagas con perspectiva sustentable

Mediante las herramientas anteriores, con la ayuda de diálogos semiestructurados con los productores, durante la (Visita exploratoria de campo, 2019) fue como se obtuvieron los siguientes criterios; social, económico y ambiental, para cada método de control de plagas y que se desarrollan a continuación.

Es importante destacar que en el aspecto social actualmente no se tiene seguimiento por parte de técnicos o instituciones que se interesen en dar información o capacitación en innovación en tema de control de plagas, sin embargo esto no significa que no hubiesen o hay actualmente convocatorias abiertas al público respecto al tema, conforme a esto algunos productores también pueden mostrar desinterés en asistir a estas juntas.

V.5.2.1 Control cultural

Social

El control cultural es uno de los métodos más antiguos que siempre han utilizado los productores del Ejido para el control de plagas, es una tradición que les han dejado sus antecesores, lo aplican con base en la experiencia. Es importante mencionar que la mayoría de los jóvenes del Ejido ya no están tan involucrados con las actividades del campo y las tradiciones en torno al agave, por lo tanto estas prácticas agrícolas no son transmitidas en su totalidad y corren el riesgo de ser olvidadas.

Ambiental

Por ser un método ancestral no perjudica de ninguna manera el medio ambiente, puesto que las labores que se realizan son mecánicas y manuales, pero sí beneficia al medio ambiente con la recuperación gradual del suelo al alternar diferentes cultivos.



Económico

Los materiales que utilizan para este tipo de práctica son duraderos de aproximadamente 5 a 8 años, aunque una de las desventajas es que el precio de cada una de las herramientas puede llegar a oscilar entre \$300 a \$500 pesos, por lo tanto se requiere de un capital de inversión inicial para adquirirlos. Otra cuestión importante es que no rentan la mano de obra, simplemente se basan con auto-jornales que genera ahorros en cuanto al pago de los trabajadores al ser mínimo.

V.5.2.2 Control químico

Social

Mediante talleres y exposiciones la mayoría de los productores han compartido la fórmula y preparación del sulfocálcico el cual utilizan individualmente en sus parcelas y que transmiten esta técnica a quienes lo requieran. Una cuestión importante es que muchos de los habitantes del Ejido, tienen una misma ideología en común que consiste en no utilizar productos químicos que dañen su salud y la de los consumidores, es por ello que en este control químico se limitan al uso único del sulfocálcico por su origen vegetal.

Ambiental

Existe actualmente falta de conciencia en algunos productores del Ejido en cuanto al manejo de residuos químicos, ya que se ha observado que al utilizar químicos sintéticos para sus cultivos, se dejan los envases de estos productos en el suelo, lo que provoca un riesgo en la salud ambiental del Ejido, así como en la salud de los consumidores, además hay que tener previo cuidado antes de aplicarlo porque pueden ser dañinos para la piel y los ojos.

Económico

Los productos químicos sintéticos adquiridos por los productores mediante proveedores o tiendas son caros y difíciles de elegir, por falta de conocimiento del producto. En cuanto al caldo sulfocálcico que utilizan no es tan costoso a comparación de los químicos y los ingredientes son fáciles de adquirir, además que no degradan al medio ambiente.



IV.5.2.3 Control mecánico- físico

Social

La mayoría de estas técnicas son antiguas al igual que el control cultural, son bien aceptadas por los productores, dado el tiempo invertido que se necesita para realizarlas algunos tienen el apoyo de sus familiares. También se llevan a cabo en la mayoría de las parcelas del Ejido, independientemente del tipo de cultivo.

Ambiental

Este tipo de control beneficia el suelo con la composta que se realiza mediante la utilización de las pencas después de la poda, reintegrándose a la tierra. Pero otro tipo de técnicas como la quema de plantas dañadas puede llegar a erosionar el suelo y provoca contaminación en el aire.

Económico

Las técnicas que utilizan los productores en este método no son tan costosas puesto que no necesitan muchas herramientas y son fáciles de obtener. Sin embargo otras técnicas de la agricultura moderna utilizadas en el método mecánico-físico (acolchado, barreras etc.) resultan con costos muy elevados.

IV.5.2.4 Control biológico

Social

Con el apoyo de técnicos a través de la (SEDAGRO) se han implementado talleres y pláticas para la aplicación de hongos *B. basiana* y *metarrizium* para atacar al picudo, sin embargo no hay continuidad de talleres o visitas por parte de las mismas instituciones y técnicos sin olvidar el desinterés por parte de algunos productores, ya que hay ausentismo dentro de las capacitaciones. Los productores no deben estar atentos a los técnicos o programas, sino que deben tener iniciativa en buscar información por otros medios y experimentar con este control.

Ambiental

Como el propio nombre lo menciona al ser biológico este tipo de control no es perjudicial para el ambiente, pero si requiere tener un conocimiento especializado para manejar bien ciertas técnicas, ya que si se usan de forma equivocada se pudiera perjudicar al ecosistema.

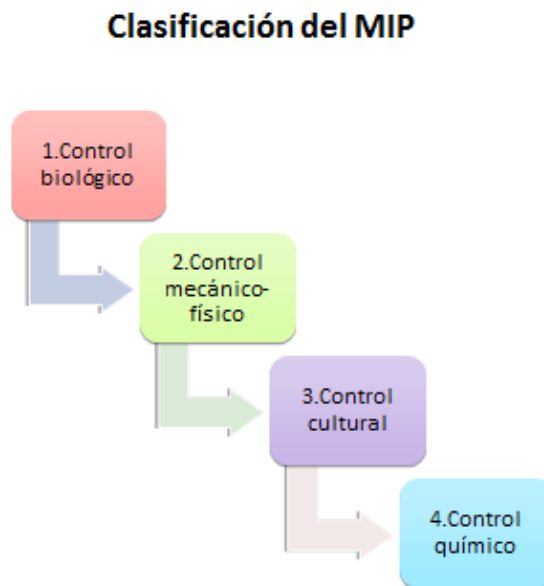


Económico

Como se mencionaba la aplicación de este control es con la ayuda de profesionales que resulta de difícil alcance monetario si no es financiado por alguna institución, en cuanto los insumos son un poco elevados, lo que también restringe el uso continuo de estos. Sin embargo como se mencionaba en el aspecto social si los productores implementaran este control por su cuenta por medio de la experimentación y si fuera el caso, en que los resultados no sean positivos serian gastos perdidos.

Posteriormente a estos resultados se realizó la clasificación de los tipos de control que a los productores les interesa conocer a fondo es decir, tener en cuenta otras técnicas no aplicadas que puedan ser implementadas en los cultivos de Agave, la cual se puede observar en la imagen 17 representada de mayor a menor interés.

Imagen 17. Clasificación del MIP de acuerdo al interés del productor.



Fuente: (Visita exploratoria de campo , 2019).

1. En primer lugar de interés para los productores, se encuentra el control biológico por ser una técnica en la que desconocen su empleo, pero les atrae por ser natural y no causar daños al medio ambiente.



2. En segundo lugar está el control mecánico-físico, puesto que al conocer más sobre él les resulta efectivo para el control del picudo, además de utilizar herramientas fáciles de conseguir. Sin embargo no conocen todas las técnicas a detalle y quisieran implementar otras nuevas.
3. En tercer lugar se posiciona el control cultural, el cual ya conocen bien por qué ha pasado de generación tras generación, son fáciles de aplicar, tienen costos bajos y no dañan al ambiente, pero quisieran implementar técnicas distintas.
4. Por último, queda el control químico porque a pesar de usar actualmente las feromonas, el sulfocálcico y menor escala el foley, se tiene la idea que la mayoría de las técnicas de este control degradan al medio ambiente por lo que causan daño a los consumidores.

Conforme a lo visto a la largo de este capítulo mediante el enfoque de la sustentabilidad se han analizado el eje social, ambiental y en menor medida el económico dentro del Ejido Oxtoyáhuatl, es por ello que se requiere profundizar el eje económico para analizar la situación actual de la parcela de estudio, obtener los costos que se generan a causa de la plaga y así realizar un presupuesto de los métodos de prevención que aún no se utilizan en el Ejido, de este modo se completaría la visión de la sustentabilidad y se tendría un panorama más amplio para la correcta evaluación del manejo integrado del picudo.



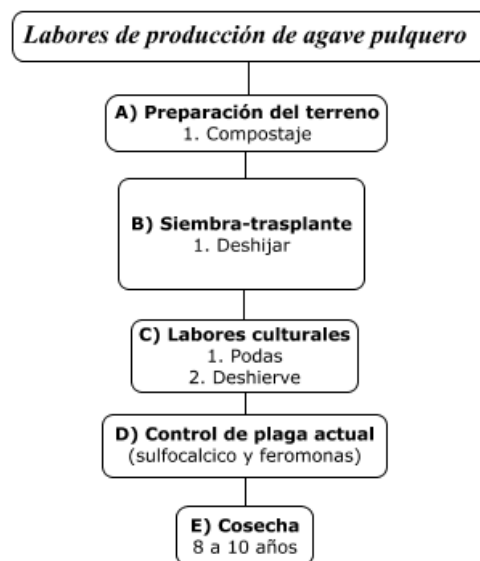
Capítulo VI. Análisis de costos productivos del agave pulquero mediante aplicación del manejo integrado del picudo

VI.1 Labores de producción de agave pulquero

A continuación, se especifican las labores más importantes que se llevan a cabo en el sistema agave dentro de las dos parcelas de estudio en el Ejido Oxtoyáhuatl; desde la preparación del terreno hasta la cosecha de aguamiel. Posteriormente se darán a conocer los ingresos y egresos que conllevan estas labores, así como los costos de control de la plaga que actualmente se utilizan, sin olvidar la parte más importante, los costos de cada elemento del manejo integrado para la plaga el picudo y con ello realizar un análisis de costo- beneficio para poder elegir la alternativa más sustentable que ayudará a los productores y sus familias al control de la plaga.

De estas dos parcelas de estudio, la parcela número uno es la cual se eligió para poder hacer un completo análisis de costos, porque cuenta con un ciclo completo de producción (preparación del terreno-obtención de aguamiel) dentro del Ejido Oxtoyáhuatl.

Imagen 18. Mapa de actividades de producción de agave pulquero.



Fuente: (Visita exploratoria de campo, 2019)



A) Preparación del terreno

Para tener éxito en el cultivo del agave es importante tener una preparación adecuada del terreno, es decir que esté limpia de maleza, blanda, airada y estar bien nivelada para evitar encharcamientos es así que en las dos parcelas de estudio se realizan las siguientes labores:

1. Barbecho o arado

Esta técnica se realiza de forma tradicional con herramientas básicas (azadón), se trata de un arado superficial en el cual el suelo tiene más humedad lo que permite disminuir el esfuerzo del arado y reducir la erosión, con ello ayuda a eliminar algunas plagas de raíz y malezas, de esta manera se obtiene el espacio para preparar la siembra del agave.

2. Rastreo

Después del barbecho se deja transcurrir un tiempo que permita que los factores del clima asienten la tierra para que de esta manera se haga más fácil el rastreo que consiste en uno o dos pasos de rastra con un bioldo.

3. Nivelación

La nivelación facilita las labores posteriores del cultivo, esto es una remoción de las partes altas del terreno y depositarlo en las partes bajas y lograr una superficie plana.

4. Compostaje

Durante la preparación del terreno se realiza el compostaje que está conformado por abono orgánico, es decir heces de ganado que ya han sido previamente tratadas, también es utilizado el abono bocashi.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, (2011) lo define como “Abono orgánico, rico en nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos; que se obtiene a partir de la fermentación de materiales secos que es un abono completo superior a las fórmulas de fertilizantes químicos”. (p. 8)

Así el compostaje ayuda a la fertilidad y productividad del suelo, esta práctica se realiza en el cultivo de agave de las parcelas de estudio dos veces al año.



B) Siembra/trasplante

Los métodos de plantación varían con la topografía y en este caso la zona de estudio es considerada con un suelo plano, lo cual nos menciona el autor Gabriel Pineda Meléndez (1983) que las plantaciones en suelos planos para el cultivo del agave “generalmente se realizan en melgas que varían de 8 a 12 metros y de 4 metros entre plantas.” (pag.13)

Dicho esto, lo que mencionan los productores es que en cuanto a la preparación de la siembra es realizada mediante el sistema “pata de gallo”.

En el sistema de marqueo al tresbolillo (pata de gallo), las plantas ocupan en el terreno cada uno de los vértices de un triángulo equilátero, guardando siempre la misma distancia entre plantas que entre filas, además de ser apropiado para plantaciones intensivas y permite dar las labores de cultivo en tres direcciones, con lo cual la tierra queda mejor trabajada. (Carbo Gomez & Orencio Vidal, s/f, p. 5)

De acuerdo a los dos autores anteriores se tomaron medidas dentro de las parcelas de estudio para conocer con exactitud la distancia entre plantas e hileras, obteniendo un promedio de 3.39 metros entre hilera e hilera en la parcela uno y entre planta y planta de 2.78 metros con método de plantación de tres bolillo con 2.43 metros en promedio de distancia. En la parcela dos se obtuvo entre hileras un promedio de 5.6 metros y entre plantas 3.5 metros con método de siembra en filas.

Es así que, la siembra del agave pulquero dentro del Ejido se realiza de dos formas:

1. Por hijuelos. - Con las variedades de *Salmiana*: Ayoteco, Xilome, Manso, Xamini, Chalqueño, Cenizo y Verde.

Después de aplicar el sistema de siembra se lleva a cabo el trasplante de los hijuelos, que consiste en quitar los brotes del agave considerando los más resistentes y adecuados, en este caso se utilizan las variedades Manso y Cenizo, los cuales deben tener una altura de 40-60 cm, a esta técnica se le denomina como “deshijar” el cual los productores realizan una vez al año.



2. Por semilla. - Solo para agave Cimarrón, para disminuir su desaparición.

En una menor escala se utiliza la semilla del agave Cimarrón, el cual se reproduce de esta forma para lograr una mayor calidad en la planta.

Dentro del Ejido Oxtoyáhuatl es muy importante realizar la siembra durante el periodo de luna creciente, puesto que en las tradiciones de los productores se tiene la creencia de que esto ayuda a tener un rápido y buen crecimiento de los agaves.

C) Labores culturales

Durante el desarrollo del agave es importante tener cuidados en cada planta como podas y en la plantación con deshierbes de malezas, para tener un buen mantenimiento de la misma, esto es conocido como labores culturales.

1. Podas

Antes de realizar podas en el agave se debe examinar la planta para poder identificar las pencas de color de marrón, marchito y quebradizo para impedir que se conviertan en vehículo de enfermedades o plagas, así estas tienen que ser cortadas y la herramienta que se utiliza debe estar limpia y desinfectada para evitar contagios entre plantas.

Los productores realizan esta técnica dos veces al año, la primera en febrero, marzo y abril y la segunda poda en agosto y septiembre, iniciándose a partir de los 8 meses al primer año de ser cultivado, la cual consiste en ir podando la penca más vieja que mayormente es la que está más pegada al piso o estorba a los hijuelos.

Siempre vienen acomodadas en espiral por lo que se van podando por ese orden. En cada poda se quitan max. 5 pencas en uno grande, en un agave chico se quitan hasta 3 pencas, esto depende de su tamaño. Las podas se realizan hasta los 6 o 7 años de vida de la planta.

2. Deshierbe

Durante el proceso de la poda también se aprovecha para deshierbar, con 12 días de labor cada seis meses.



El deshierbe consiste en la limpieza de malezas y hierbas que crecen alrededor de los agaves dentro de toda la parcela y se realiza con el fin de evitar la competencia por nutrientes, agua, luz y espacio, con ello el crecimiento del agave se optimiza al no tener gasto de energía con otras especies.

En el caso de la parcela uno ocupa animales como caballos y burros para eliminar estas malas hierbas en temporadas bajas, sumando la mano de obra de los productores y trabajadores con herramientas básicas. En la parcela dos de estudio se ocupa principalmente la desbrozadora, lo que facilita la labor.

3. Control de plaga

Debido al problema de la plaga del picudo en el Ejido, dentro de las dos parcelas de estudio se realiza la aplicación de sulfocálcico y trampeo con feromonas, cada seis meses. Sin embargo, en los meses de lluvias cuando la plaga se incrementa estas técnicas son aplicadas cada mes para tener un monitoreo constante del picudo dentro de sus parcelas, de igual manera son acompañadas con las labores culturales que utilizan los productores.

D) Cosecha

Cuando los agaves tienen entre 8 a 10 años de vida dependiendo la variedad son seleccionados para la extracción del agua miel, que es el ingrediente principal para la elaboración del pulque a partir de la fermentación. En las dos parcelas de estudio se llega hasta este punto, sin embargo en la parcela uno se comercializa el pulque y en la parcela dos solo es para el auto consumo, terminando así el ciclo de producción de agave.

VI.2 Costos Totales de producción de Agave Pulquero

A partir de cada una de las labores de producción del agave, se realizó un respectivo análisis de costos incluyendo cada herramienta invertida, insumos, mano de obra y suponiendo una inversión inicial con costos de plántula para iniciar la producción del agave, basados en la información del productor de la parcela número uno que es la que se tomará en cuenta por ser la que tiene un ciclo completo.



La siguiente tabla muestra los costos totales de producción de agave, agrupados en costos fijos y costos variables, los cuales fueron obtenidos al multiplicar la cantidad de cada concepto por costo unitario, especificando el tiempo requerido en cada actividad.

Debemos aclarar que para el tiempo en las herramientas se utilizó el concepto anual, sin embargo el tiempo de vida estimado es de 5 años aproximadamente, pero para fines prácticos y entendibles se considera el concepto como anual.

Tabla 18. Costos agrícolas totales de Agave pulquero en el Ejido Oxtoyáhuatl.

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE AGAVE PULQUERO						
Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Tiempo	Costo Total	
Costos Fijos						
Herramientas						
1	Pala	1	Pza.	\$120.00	Anual	\$120.00
2	Azadón	1	Pza.	\$90.00	Anual	\$90.00
3	Machete	1	Pza.	\$90.00	Anual	\$90.00
4	Tajadera	1	Pza.	\$200.00	Anual	\$200.00
5	Bieldo	1	Pza.	\$150.00	Anual	\$150.00
6	Guantes	2	Pza.	\$40.00	Anual	\$80.00
7	Barreta (Picar)	1	Pza.	\$300.00	Anual	\$300.00
8	Barreta (Arrancar)	1	Pza.	\$400.00	Anual	\$400.00
9	Raspador	1	Pza.	\$150.00	Anual	\$150.00
10	Cuchillo de capar	1	Pza.	\$150.00	Anual	\$150.00
11	Cuchillo tranchete (poda)	1	Pza.	\$100.00	Anual	\$100.00
12	Acocote (extraer agua miel)	1	Pza.	\$300.00	Anual	\$300.00
Total de Costos Fijos						\$2,130.00
Costos Variables						
Abono						
13	Orgánico	12	Ton	\$100.00	Anual	\$1,200.00
14	Bocashi	100	Kg	\$2.00	Anual	\$200.00
Mano de obra						
15	Barbecho	2	personas	\$150.00	Anual	\$300.00
16	Compostaje	3	personas	\$150.00	Anual	\$450.00
17	Siembra	3	personas	\$150.00	Anual	\$450.00
18	Deshijar	120	Pza.	\$5.00	Anual	\$600.00
29	Trasplante	2	personas	\$150.00	Anual	\$300.00
20	Poda y *Deshierbe (12 días)	3	personas	\$600.00	Semestral	\$3,600.00
21	Agua	1	pago	\$1,240.00	Anual	\$1,240.00
Plántula						
22	Hijuelos	900	Pza.	\$35.00	Anual	\$31,500.00
Total de Costos Variables						\$39,840.00
Costo Total General						\$41,970.00

Fuente: (Visita exploratoria de campo , 2019)

*En el deshierbe se pagan \$600 pesos por persona por los 12 días, en el cual da una suma de \$1,800 por las tres personas, realizándose dos veces al año.



El resultado general de los egresos agrícolas para iniciar un ciclo de producción desde la siembra de agave hasta la venta de aguamiel en el Ejido Oxtoyáhuatl, es un total de \$41,970.00 pesos, excluyendo los conceptos de patrimonio (terreno, vehículo y establecimiento) e insumos como el agua, puesto que no se paga por ello en el Ejido.

Para el caso de mano de obra se refleja el pago mínimo dentro del Ejido, pero no en todas las etapas se requiere de esta, ya que en la parcela número uno se emplea el auto-jornal, es decir que el propietario de esta realiza todas las actividades agrícolas.

Por otra parte, también se descartaron los costos de aplicación actual del control de plaga, con la finalidad de explicarlo a mayor detalle en los costos de los controles utilizados, además que en la tabla anterior sólo se inclina hacia los costos principales agrícolas para la producción del agave.

En el caso de la plántula se tomó en cuenta el número de plántulas que se requieren para una hectárea, si este fuera el caso en iniciar desde cero una plantación, de acuerdo con el costo que tienen los hijuelos dentro del Ejido.



VI.2.1 Costos actuales de control para el picudo

Mediante herramientas participativas con los productores del Ejido Oxtoyáhuatl se identificaron las técnicas que tienen mayor importancia y eficacia dentro del manejo integrado del picudo y que son usadas actualmente, que a continuación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 19. Métodos de control actual de la plaga picudo, utilizado en la parcela uno de estudio del Ejido Oxtoyáhuatl.

COSTOS ACTUALES DEL CONTROL DEL PICUDO					
LABOR	Cantidad	Unidad	COSTO UNITARIO	TIEMPO	COSTO TOTAL
CONTROL CULTURAL (DESTRUCCIÓN DE PUPAS CON AZADÓN)					
1 AZADÓN	1	PZA	\$ 90.00	ANUAL	\$ 90.00
2 MANO DE OBRA	1	PERSONA	\$ 100.00	ANUAL	\$ 100.00
SUBTOTAL					\$ 190.00
CONTROL MÉCANICO-FÍSICO (RECOLECTA DE ÓRGANOS INFESTADOS)					
1 AZADÓN	3	PZA	\$ 90.00	ANUAL	\$ 270.00
2 MACHETE	3	PZA	\$ 90.00	ANUAL	\$ 270.00
3 MANO DE OBRA	4	PERSONAS	\$ 100.00	ANUAL	\$ 400.00
SUBTOTAL					\$ 940.00
CONTROL QUÍMICO (APLICACIÓN DE SULFOCÁLCICO)					
1 AZUFRE	7.5	KG	\$ 47.00	SEMESTRAL	\$ 705.00
2 CAL	25	KG	\$ 48.00	SEMESTRAL	\$ 2,400.00
3 AGUA	350	LTS	\$ -	SEMESTRAL	\$ -
4 MANO DE OBRA	1	PERSONA	\$ 100.00	SEMESTRAL	\$ 200.00
SUBTOTAL					\$ 3,305.00
CONTROL QUÍMICO (APLICACIÓN DE FEROMONAS)					
1 FEROMONA	5	SOBRES	\$ 80.00	SEMESTRAL	\$ 800.00
2 BOTES	5	GALÓN	\$ 20.00	SEMESTRAL	\$ 200.00
3 MELAZA	4	LTS	\$ 100.00	SEMESTRAL	\$ 800.00
4 MANO DE OBRA	1	PERSONA	\$ 100.00	SEMESTRAL	\$ 200.00
SUBTOTAL					\$ 2,000.00
SUMA TOTAL					\$ 6,435.00

Fuente: Elaboración propia (2019). *Para la recopilación de costos se usó la información que proporcionó el propietario de la parcela número uno.

En el control cultural la técnica más usada actualmente es la de destrucción de pupas con azadón que es una herramienta básica por ser accesible económicamente, esta técnica se realiza mayormente cuando se inicia la preparación del terreno, con un costo total de \$190 pesos, suponiendo el pago de mano de obra, puesto que como se mencionó anteriormente se usa el autojornal.

En el control mecánico físico se utiliza la técnica de recolecta de órganos que es uno de los más utilizados combinada con las podas realizadas cada seis meses con un costo actual de \$ 940.00 pesos.



Por último, el control químico es el que más importancia tiene, porque se piensa que tiene mayor efecto de reducción en la plaga con la aplicación del sulfocálcico y trampeo con feromonas, en las que se consideraron las dos aplicaciones mínimas en una hectárea, durante febrero y agosto dando un total de \$3,305.00 pesos para el sulfocálcico y \$2,000 pesos de inversión en feromonas. Aunque en los meses en que hay mayor precipitación (mayo a octubre) y la incidencia del insecto tiende a aumentar, las aplicaciones también aumentarían incrementando los costos.

El total de inversión en un año para el control del picudo del Ejido Oxtoyáhuatl con los controles actualmente utilizados es de \$6,435.00 pesos, reflejándonos el interés por su producción, además este total es considerando la compra de las herramientas y mano de obra.

VI.3 Costos del Manejo Integrado de Plagas

Como se mencionó en el capítulo cinco, los diferentes tipos de métodos de manejo integrado de plagas y cada una de sus técnicas están dirigidos hacia la prevención de la plaga, con esto se puede lograr un control adecuado, minimizando el impacto de población y costos que tiene *Scyphophorus acupunctatus* en el Agave pulquero.

Es por ello que para enriquecer este contenido se hizo un análisis económico que resulta relevante, puesto que se comparan los costos de cada uno y el costo-beneficio que resulta de cada tipo de método que se abordan en la investigación.

En cada presupuesto se toman en cuenta las técnicas más utilizadas seleccionadas en el capítulo anterior, de cada una se contemplaron las herramientas más económicas y de fácil adquisición dejando estos ejemplos como una propuesta, esto no quiere decir que los conceptos mencionados en las técnicas son forzosamente las que se requieren y los costos de cada concepto también puede variar

VI.3.1 Control Cultural

El análisis de costos del control cultural que se realizó incluye 3 técnicas seleccionadas anteriormente, más una propuesta las cuales son: manejo de destrucción de pupas con arado, rotación de cultivos y manejo de maleza con desbrozadora, es así que se



investigaron los costos de las herramientas, insumos y mano de obra de cada técnica para un año, que se encuentran en la siguiente tabla.

Es importante considerar los siguientes costos totales sólo para el primer año de inversión, ya que al segundo año se gasta solamente en insumos y mano de obra, puesto que ya tenemos las herramientas que nos duraran 5 años aproximadamente. Esta regla de depreciación de herramientas se aplica dentro de este control como en los siguientes tres, pasando este tiempo es importante reemplazar las que ya no sean útiles, lo que nos generará nuevamente un aumento en nuestros costos.

Tabla 20. Presupuesto del control cultural.

Control cultural					
Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Tiempo	Costo total
Manejo de malezas con desbrozadora					
Para 1ha					
Herramientas					
Podadora, desbrozadora para jardín y maleza	1	Pza.	\$3,299.00	5 años	\$3,299.00
Mano de obra					
Trabajo para actividad	1	Personas	\$100.00	1 año	\$100.00
Subtotal					\$3,399.00
Dstrucción de pupas con arado					
Para 1ha					
Herramientas					
Arado o cultivadora agrícola antigua	1	Pza	\$1,900.00	5 años	\$1,900.00
Guantes carnaza	1	Pza	\$47.00	5 años	\$47.00
Mano de obra					
Trabajo para actividad	1	Persona	\$100.00	1 año	\$100.00
Subtotal					\$1,947.00
Rotación de cultivos					
Para 1ha					
Herramientas					
Pala azada	1	Pza	\$1,778.00	5 años	\$1,778.00
Guantes carnaza	1	Pza	\$47.00	5 años	\$47.00
Insumos					
Sobre semilla de maíz dulce epis	2	Pza	\$18.50	1 año	\$37.00
Mano de obra					
Trabajo para actividad	2	Personas	\$100.00	1 año	\$200.00
Subtotal					\$2,062.00
Total de control cultural					\$7,408.00

Fuente: Elaboración propia (2019); Anon (2019, en línea).

Los resultados de la técnica manejo de malezas con desbrozadora es de \$3,399.00 pesos, para destrucción de pupas con arado es un total de \$1,947.00 pesos y para rotación de cultivos es un total de \$2,062.00 pesos en el cual se propone un solo cultivo diferente (1 semilla) de manera de policultivo, es decir sembrarla al mismo tiempo que el agave.



Sin embargo, en la parcela de estudio número dos se tienen 3 cultivos distintos al agave, principalmente el maíz que es el que se explota a diferencia de los otros dos, que son de autoconsumo, es por ello que basándonos en este ejemplo sólo se consideró poner el precio de una semilla para la técnica de rotación de cultivos.

Los costos totales del control cultural fueron de \$7,408.00 pesos, pero esto se requiere sólo el primer año de implementación del método, ya que los siguientes años los gastos disminuirán al equivalente del total del concepto de herramientas, lo mismo se aplica para este concepto en los demás controles de plagas, sin embargo se deberá ir ahorrando año con año para al sexto año volver a tener en cuenta este costo.

VI.3.2 Control Químico

Es importante destacar que las dos técnicas de control químico: “trampeo con feromonas” y “caldo sulfocálcico”, actualmente se están realizando para control del picudo en el Ejido, sin embargo el Foley es un insecticida que también pertenece a este control y que se utiliza de forma externa al cultivo dentro de las dos parcelas, es decir que los productores lo aplican conjuntamente con las trampas de las feromonas para que cuando el picudo caiga en la trampa este muera, pero otros productores sí lo utilizan de forma directa al agave y mencionan que tienen buenos resultados, es así que también se agrega dentro de los costos del control.

Para el trampeo con feromonas se consideró la mezcla de melaza como cebo dulce para atraer al picudo dentro de las trampas, sin embargo también se puede utilizar agave dulce dicho esto, se muestran los costos de cada técnica en la siguiente tabla.

**Tabla 21.** Presupuesto de control químico.

Control Químico					
Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Tiempo	Costo total
Trampeo con feromonas					
Para 1ha					
Herramientas					
Cúter Grip 6' Truper 16977	2	Pza.	\$50.00	5 años	\$100.00
Cubre bocas	1	Paquete	\$36.00	2 años	\$36.00
Botas jardineras	2	Pza.	\$199.00	5 años	\$398.00
Insumos					
Guantes de látex	4	Pares	\$15.00	1 año	\$60.00
Galones de 4 litros	5	Pza.	\$20.00	1 año	\$100.00
Feromona Tequilur	5	Pza	\$80.00	6 meses	\$800.00
Insumo para melaza					
Piloncillo	8	Pza	\$14.00	6 meses	\$224.00
Agua	4	Litros	-	6 meses	\$0.00
Mano de obra					
Trabajo para actividad	2	Personas	\$100.00	1 año	\$200.00
Subtotal					\$1,918.00
Aplicación de Foley					
Para 1ha					
Herramientas					
Botas jardineras	2	Pza	\$199.00	5 años	\$398.00
Mochila aspersora "Pw20"	2	Pza	\$528.00	5 años	\$1,056.00
Insumos					
Agua	15	Litros	\$0.00	1 año	\$0.00
Guantes de látex	4	Pares	\$15.00	1 año	\$60.00
Cubrebocas	1	Paquete	\$36.00	1 año	\$36.00
"Foley Rey"	1	Pza	\$240.00	1 año	\$240.00
Mano de obra					
Trabajo para actividad	2	Personas	\$100.00	1 año	\$200.00
Subtotal					\$1,990.00
Caldo sulfocálcico Fungicida natural					
Para 1ha					
Insumos					
Agua	600	Litros	\$0.00	1 año	\$0.00
Azufre	15	Kg	\$47.00	1 año	\$705.00
Cal	50	Kg	\$48.00	1 año	\$2,400.00
Mano de obra					
Trabajo en para actividad	2	Personas	\$100.00	1 año	\$200.00
Subtotal					\$3,105.00
Total del control químico					\$7,013.00

Fuente: Elaboración propia (2019); Anon (2019, en línea).

Respecto a este control se obtuvo un total para la técnica de trapeo con feromonas de \$1,918.00 pesos, para aplicación de Foley \$1,990.00 pesos y para caldo sulfocálcico \$3,105.00 pesos, resultando este último como la técnica más cara, sin embargo es la más utilizada.

Por otra parte, el total del control químico fue de \$7,013.00 pesos contemplado para un año, para el caso de mano de obra se utilizan solamente de dos a cuatro personas, dependiendo la técnica, esto también durante un año.



VI.3.3 Control Mecánico-Físico

Las técnicas que fueron presupuestadas en este tipo de control de plagas son las siguientes: eliminación de órganos infestados y recolecta, destrucción manual y fuego.

En el concepto de insumos se consideró la técnica de destrucción con fuego en casos extremos en donde no hay rescate de agave por los daños ocasionados del picudo.

Para la mano de obra se consideran 4 personas, número máximo que se utiliza actualmente en la parcela número 1 sólo para las podas y en caso de ser requerido en la técnica de eliminación de órganos infestados o en la de destrucción con fuego, se consideró el mismo número de personas, con el precio actual al que se paga.

Tabla 22. Presupuesto del control mecánico-físico

Control Mecánico-Físico					
Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Tiempo	Costo Total
Eliminación de órganos infestados					
Para 1ha					
Herramientas					
Azadón	2	Pza.	\$90.00	5 años	\$180.00
Biello	2	Pza.	\$150.00	5 años	\$300.00
Guantes	2	Pza.	\$40.00	5 años	\$80.00
Guantes carmaza	4	Pza.	\$261.00	5 años	\$1,044.00
Insumos					
Gasolina	2	Litro	\$20.00	1 año	\$40.00
Encendedor	1	Pza.	\$10.00	1 año	\$10.00
Mano de obra					
Trabajo para actividad	4	Personas	\$100.00	1 año	\$400.00
Subtotal					\$2,054.00
Recolecta, destrucción manual y fuego					
Para 1ha					
Herramientas					
Azadón	2	Pza.	\$90.00	5 años	\$180.00
Machete	2	Pza.	\$90.00	5 años	\$180.00
Biello	2	Pza.	\$150.00	5 años	\$300.00
Guantes carmaza	2	Pza.	\$40.00	5 años	\$80.00
Insumos					
Botes	4	Galón	\$20.00	1 año	\$80.00
Gasolina	2	Litro	\$20.00	1 año	\$40.00
Encendedor	2	Pza.	\$10.00	1 año	\$20.00
Mano de obra					
Trabajo para actividad	4	Personas	\$100.00	1 año	\$400.00
Subtotal					\$1,280.00
Total general del control mecánico-físico					\$3,334.00

Fuente: Elaboración propia (2019).



El costo total de estas dos técnicas es de \$3,334.00 pesos, el costo de eliminación de órganos infestados es de \$2,054.00 y para recolecta, destrucción manual y fuego es de \$1,280.00.

Hasta ahora, el control mecánico físico a comparación de los otros dos métodos (cultural y químico) resulta ser el que menos inversión requiere, esto es porque solo tiene dos técnicas a comparación de los otros controles, también porque los insumos y herramientas son básicas lo que hace que no se eleven tanto los costos.

VI.3.4 Control Biológico

El presupuesto realizado para el control Biológico está referido a una sola técnica: aplicación de entomopatógenos, puesto que es la técnica actual que se está utilizando para el control de artrópodos, el cual se ha investigado mediante otras campañas, ya que en el Ejido actualmente no se usa este método, pero podría llegar a ser efectivo.

Tabla 23. Presupuesto del control biológico

Control Biológico					
Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Tiempo	Costo Total
Aplicación de Entomopatógenos					
Para 1ha					
Herramientas					
Mochila aspersora manual	2	Pza.	\$590.00	5 años	\$1,180.00
Insumos					
Beauveria bassiana "PHbeatron"	240	Grs.	\$450.00	1 año	\$450.00
Metarhizium "PHC-meta tron"	240	Grs.	\$450.00	1 año	\$450.00
Arroz	2000	Grs.	\$50.00	1 año	\$50.00
Agua	250	Litros	\$ -	1 año	\$ -
Guantes de látex	2	Pza.	\$15.00	1 año	\$30.00
Botes	4	Galón	\$ 20.00	1 año	\$80.00
Cubre bocas	1	Paquete	\$36.00	2 años	\$36.00
Mano de obra					
Trabajo para actividad	4	Personas	\$100.00	1 año	\$400.00
Total general del control biológico					\$2,676.00

Fuente: Elaboración propia (2019); **Beauveria bassiana* "PHbeatron" y *Metarhizium* "PHC-meta tron": Plant Health Care México (2019, en línea).

Para introducir este método se requiere un egreso total de \$2,676 pesos y al igual que los demás métodos, las herramientas dentro de la técnica de la aplicación de entomopatógenos, son el costo más grande de esta técnica, los insumos son pocos y son durables para un año a excepción del acompañamiento técnico que resulta importante para aprender la reproducción de los hongos, que mediante dos formas podrían obtenerse, mediante apoyo de instituciones gubernamentales y educativas que podrían ser sin costo



o mediante profesionales contratados por los productores, pero esto aumentaría aún más los costos.

Para evaluar la rentabilidad económica del sistema de manejo del agave junto con el manejo integrado de la plaga picudo, la principal herramienta utilizada fue el análisis costo-beneficio que en esencia, constituye una contabilidad de todos los costos y beneficios del proyecto convertidos a dinero y ajustados en el tiempo de acuerdo a una tasa de interés.

De este análisis se derivan tres indicadores principales de acuerdo a Masera, et al. (1999, p. 50):

Relación beneficio costo (B/C). - Es la relación entre los beneficios y costos totales del proyecto, descontados a futuro, es decir, tomando en cuenta que el dinero que se obtendrá en años futuros se debe ajustar mediante la tasa de interés (o más correctamente las tasas de descuento) vigentes para los actores considerados. Para que un proyecto se a atractivo, la relación beneficio costo debe ser mayor que uno.

Valor Presente Neto (VPN). - Es la diferencia entre los costos y beneficios descontados a futuro. Para que un proyecto sea viable, el VPN debe ser mayor que cero.

Tasa Interna de Retorno (TIR). - Es el valor de la tasa de descuento para la cual $VPN= 0$ y $B/C= 1$

VI.4 Beneficio/Costo del MIP

En este apartado se obtuvo el costo beneficio para los cuatro diferentes controles preventivos propuestos para el picudo, mediante el análisis de costos que se ha presentado con anterioridad, lo que nos dio pie a crear proyecciones económicas que se producirían con la aplicación de cada uno de ellos.

Primeramente, se requiere conocer los ingresos que se obtienen de la venta de agua miel y con ello poder obtener las correspondientes proyecciones e indicadores económicos que constituyen al Beneficio-Costo.

Los datos de la siguiente tabla se obtuvieron mediante entrevistas con el productor de la parcela número uno, en la que plasmamos los litros de aguamiel totales aproximados, que



produce en 1ha (22 Lts.) por día, por lo que al multiplicar (22) * (30) resultan 660 litros al mes, estos a su vez multiplicados por 5 meses (tiempo aproximado de producción de aguamiel del agave) nos da un total de 3,300 litros para el término del ciclo de los agaves en producción.

Posteriormente al año se pueden contabilizar dos ciclos de 5 meses cada uno, es así que se multiplican los litros totales obtenidos en un ciclo por dos: (3,300) * (2) resultando 6,600 litros por año. Agregando el precio de venta (\$20.00 pesos) por litro, al total de litros totales por año, obtenemos los siguientes ingresos anuales por aguamiel (6,600) * (20) = \$132,000.00 pesos.

Sumado a los ingresos se agregan las ganancias por venta de gusano de maguey, que aunque no es el producto principal se contempla como ingresos adicionales que deja la producción primaria de Agave. El gusano de maguey es bien pagado en el mercado, pero se obtiene únicamente por temporada en el mes de abril y se cosecha sólo 1kg por ha., con una ganancia de \$980.00 pesos anuales.

Los ingresos totales de aguamiel (\$132,000 pesos) sumados a los ingresos por venta de gusano de maguey (\$980.00 pesos) nos da como resultado \$132,980.00 pesos, sin embargo se deben descontar los costos totales o egresos que genera la producción, que son \$41,970.00 pesos, dando como resultado los ingresos netos=\$91,010.00 pesos que genera el Agave *Salmiana*.

Tabla 24. Ingresos totales del Agave pulquero

INGRESOS DE AGAVE PULQUERO								
VENTA	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Duración de cosecha aguamiel				INGRESOS
				Al día	Al mes	Total (5 meses)	Anual	
				Litros				
Aguamiel	22	Lts	\$ 20.00	22	660	3300	6600	\$132,000.00
Gusano de maguey	1	Kg	\$ 980.00					\$980.00
Total de ingresos								\$132,980.00
Total de egresos								\$41,970.00
INGRESOS NETOS								\$91,010.00

Fuente: Elaboración propia (2019).



A continuación, se presentan tablas de proyecciones a 3 años para cada tipo de control. Se utilizó el mismo método de cálculo para los 4 tipos de control, diferenciándose en costos variables, ya que en el año dos se suman los costos totales del control dentro del concepto, por lo tanto se espera que al siguiente año (año 3) aumenten los rendimientos de aguamiel gracias a la aplicación del control, por consecuencia los ingresos también aumentarían, para esto se elevó un 10% en el concepto de ingresos por venta de aguamiel.

Para obtener el indicador de Beneficio-Costo de cada control para la plaga picudo, se recopilaron los costos agrícolas totales y los ingresos netos de las tablas 18 y 24 respectivamente, dichas tablas son la referencia principal para obtener este indicador, así como los costos totales de cada una de las tablas del presupuesto de cada control (tablas 20, 21, 22 y 23).

Por otra parte, la depreciación se obtuvo sumando los costos totales de las herramientas dividiendo el resultado entre cinco, (tiempo aproximado de vida mínima de la mayoría de las herramientas) el resultado a esta operación nos dio \$426.00 pesos, el cual se vuelve negativo debido a que se debe reservar cada año para tener el total del costo de herramientas ahorrado para el año 5.

Todo ello genera el flujo neto de efectivo de cada año, que es el resultado de la suma total de ingresos, egresos y depreciación, tomando en cuenta que estos dos últimos son valores negativos.



VI.4.1 B/C Control Cultural

Para obtener los Costos Variables Totales para el año dos aplicando el control cultural, se realizó la siguiente fórmula:

Costos Variables Totales= (Costos Variables del año uno) + (Costo Total del control cultural)

Costos Variables Totales= (\$8,340) + (\$7,408.00) = \$15,748.00 pesos como resultado en el año dos aplicando el control cultural.

Tabla 25.Proyección a 3 años del control cultural para la obtención de B/C

Concepto	año 0	año 1	año 2 Control Cultural	año 3
Ingresos				
Venta (aguamiel y gusano de maquey)	\$0.00	\$91,010.00	\$91,010.00	\$100,111.00
Total	\$0.00	\$91,010.00	\$91,010.00	\$100,111.00
Egresos	-\$41,970.00	-\$10,470.00	-\$17,878.00	-\$17,878.00
Costos variables	\$39,840.00	\$8,340.00	\$15,748.00	\$15,748.00
Costos fijos	\$2,130.00	\$2,130.00	\$2,130.00	\$2,130.00
Depreciación	\$0.00	-\$426.00	-\$426.00	-\$426.00
Inversión total	\$41,970.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Flujo neto de efectivo	-41970.00	80114	72706	81807
Indicadores	Resultado			
Tasa de descuento	14%			
VAN	138669.7			
TIR	178%			
B/C	2.30			

Fuente: Elaboración propia (2019).

Los resultados obtenidos son:

VAN= \$138,669.7 pesos son los que retornaran en los 3 años de inversión.

TIR= 178% es el porcentaje de beneficio que tendrá la inversión (tasa interna de rentabilidad).

B/C = 2.30 Por cada peso invertido se recuperan uno peso con treinta centavos (1.30) es decir que el control cultural es rentable, pero se obtienen utilidades menores que en los controles mecánico -físico y químico.



VI.4.2 B/C Control Químico

Para obtener los Costos Variables Totales para el año dos, se realizó la siguiente fórmula:

Costos Variables Totales= (Costos Variables del año uno) + (Costo Total del control químico)

Costos Variables Totales= (\$8,340) + (\$7,013.00) = \$15,553.00 pesos como resultado en el año dos aplicando el control químico.

Tabla 26. Proyección a 3 años del control químico para la obtención de B/C

Concepto	año 0	año 1	año 2 Control químico	año 3
Ingresos netos				
Venta (aguamiel y gusano de maguey)	\$0.00	\$91,010.00	\$91,010.00	\$100,111.00
Total	\$0.00	\$91,010.00	\$91,010.00	\$100,111.00
Egresos	-\$41,970.00	-\$10,470.00	-\$17,483.00	-\$17,483.00
Costos variables	\$39,840.00	\$8,340.00	\$15,353.00	\$15,353.00
Costos fijos	\$2,130.00	\$2,130.00	\$2,130.00	\$2,130.00
Depreciación	\$0.00	-\$426.00	-\$426.00	-\$426.00
Inversión total	\$41,970.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Flujo neto de efectivo	-41970.00	80114	73101	82202
Indicadores	Resultado			
Tasa de descuento	14%			
VAN	140038.3			
TIR	179%			
C/B	2.34			

Fuente: Elaboración propia (2019).

Los resultados obtenidos son:

VAN= \$140,038.3 pesos son los que retornaran en los 3 años de inversión.

TIR= 179% es el porcentaje de beneficio que tendrá la inversión (tasa interna de rentabilidad).

B/C= 2.34 Por cada peso invertido se recuperará un peso con treinta y cuatro centavos (1.34) lo que nos da una rentabilidad buena, pero menor por 12 centavos al control mecánico físico.



VI.4.3 B/C Control Mecánico- Físico

Para obtener los Costos Variables Totales para el año dos aplicando el control cultural, se realizó la siguiente fórmula:

Costos Variables Totales= (Costos Variables del año uno) + (Costo Total del control cultural)

Costos Variables Totales= (\$8,340) + (\$3,335.00) = \$11,675.00 pesos como resultado en el año dos aplicando el control mecánico-físico.

Tabla 27. Proyección a 3 años del control mecánico-físico para la obtención de B/C.

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2 Control Mecánico- Físico	Año 3
Ingresos				
Venta (aguamiel y gusano de maguey)	\$0.00	\$91,010.00	\$91,010.00	\$100,111.00
Total	\$0.00	\$91,010.00	\$91,010.00	\$100,111.00
Egresos	-\$41,970.00	-\$10,470.00	-\$13,805.00	-\$13,805.00
Costos variables	\$39,840.00	\$8,340.00	\$11,675.00	\$11,675.00
Costos fijos	\$2,130.00	\$2,130.00	\$2,130.00	\$2,130.00
Depreciación	\$0.00	-\$426.00	-\$426.00	-\$426.00
Inversión total	\$41,970.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Flujo neto de efectivo	-41970.00	80114	76779	85880
Indicadores	Resultado			
Tasa de descuento	14%			
VAN	144991.7			
TIR	182%			
B/C	2.45			

Fuente: Elaboración propia (2019).

Los resultados obtenidos son:

VAN= \$144,991.7 pesos son los que retornaran en los 3 años de inversión.

TIR= 182% es el porcentaje de beneficio que tendrá la inversión (tasa interna de rentabilidad).

B/C= 2.45 Por cada peso invertido se recuperará un peso con cuarenta y cinco centavos (1.45) esto quiere decir que tendremos una buena utilidad en este método.



IV.4.4 B/C Control Biológico

Para obtener los Costos Variables Totales para el año dos aplicando el control cultural, se realizó la siguiente fórmula:

Costos Variables Totales= (Costos Variables del año uno) + (Costo Total del control cultural)

Costos Variables Totales= (\$8,340) + (\$2,676.00) = \$11,016.00 pesos como resultado en el año dos aplicando el control biológico.

Tabla 28.Proyección a 3 años del control biológico para la obtención de B/C

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2 Control biológico	Año 3
Ingresos				
Venta (aguamiel y gusano de maguey)	\$0.00	\$91,010.00	\$91,010.00	\$100,111.00
Total	\$0.00	\$91,010.00	\$91,010.00	\$100,111.00
Egresos				
Costos variables	-\$41,970.00	-\$10,470.00	-\$13,146.00	-\$13,146.00
Costos fijos	\$2,130.00	\$2,130.00	\$2,130.00	\$2,130.00
Depreciación	\$0.00	-\$426.00	-\$426.00	-\$426.00
Inversión total	\$41,970.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Flujo neto de efectivo	-41970.00	80114	77438	86539
Indicadores	Resultado			
Tasa de descuento	14%			
VAN	146302.8			
TIR	182%			
B/C	2.49			

Fuente: Elaboración propia (2019).

Los resultados obtenidos son:

VAN= \$146,302.8 pesos son los que retornaran en los 3 años de inversión.

TIR= 182% es el porcentaje de beneficio que tendrá la inversión (tasa interna de rentabilidad).

B/C= 2.49 Por cada peso invertido se recuperará un peso con cuarenta y nueve centavos, (1.49) esto quiere decir que tendremos una mayor utilidad a comparación de los demás controles.



VI.5 Selección de los métodos más rentables

De acuerdo a los resultados del indicador de costo/beneficio de cada control, se estima que el control biológico es el más rentable porque su valor B/C fue el mayor a comparación de los otros tres con un beneficio de 1.49 centavos recuperados, aunque en segundo lugar está el control mecánico físico con una diferencia de tan sólo 4 centavos menos, es decir con 1.45 y en tercer lugar con una diferencia de 15 centavos está el control químico con 1.34 y por último el control cultural se diferencia por 19 centavos menos con 1.30 centavos recuperados.

En la tabla 29 se refleja la comparación del resultado del indicador B/C de cada control del manejo integrado del picudo.

Tabla 29. Comparativo de Beneficio/Costo de cada método de control de plagas.

Indicador	Control Cultural	Control Químico	Control Mecánico-Físico	Control Biológico
BENEFICIO/COSTO	1.30	1.34	1.45	1.49

Fuente: Elaboración propia (2019).

Es importante señalar que en este resultado influyeron los costos y número de técnicas que se pueden aplicar al cultivo de agave, que al ser menores que los otros controles resultó en mejores beneficios económicos. Ya que estas técnicas fueron seleccionadas porque son las que más se adaptarían al cultivo del agave y que resultan adecuadas para el control del picudo.

Por otra parte, el control químico y el cultural son los más utilizados en el Ejido Oxtoyáhuatl, sin embargo, el control biológico que fue en el que mayor B/C se obtuvo, no es aún utilizado por falta de información y capacitación en cuanto al procedimiento que conlleva.

Respecto al control mecánico- físico solo se utilizan algunas técnicas de manejo como recojo manual y en casos extremos destrucción a través del fuego es así que estos controles de manejo casi no se llegan a utilizar por parte de los productores por falta de información o un seguimiento técnico.



Sumado a esto en los criterios de sustentabilidad presentados anteriormente con los ejercicios de participación que se hicieron, en el Ejido los productores señalaron que les gustaría conocer e implementar este control, por lo que además de tener un mayor beneficio-costo también es socialmente deseado, y ambientalmente podemos decir que su uso es muy amigable pues al ser cien por ciento natural no afecta al ecosistema, siempre y cuando sea correctamente utilizado.





Resultados y discusión

La imagen 19 muestra la recapitulación de las herramientas participativas que se realizaron con los productores y la información recabada a lo largo de esta investigación, en la que los productores evaluaron cada elemento del MIP utilizados para el control del picudo, tomando como criterio los elementos de sustentabilidad (social, económico y ambiental), con los indicadores más relevantes de cada uno de estos.

La escala de puntuación 4, 3, 2, y 1 expresa el impacto que genera cada indicador de sustentabilidad (mucho, medio, poco y nada) en cada control del picudo (cultural, químico, mecánico-físico y biológico) correspondiendo de la siguiente manera:

Mucho.....4
Medio.....3
Poco.....2
Nada.....1

Cabe señalar que en el apartado económico los indicadores que se puntuaron fueron basados con los resultados previos del capítulo cinco.



Imagen 19. Matriz de evaluación del uso de métodos de control del picudo en el Ejido Oxtoyáhuatl.

Criterios de Sustentabilidad MIP "Picudo"	Social				Ponderación total	Económico				Ponderación total	Ambiental				Ponderación total
	Utilizado actualmente	Conocimiento del método	Grado de interés del control	Capacitación actual		Beneficio/Costo óptimo	Costos totales del control	Facilidad de adquisición en el mercado	Demanda de mano de obra		Degradación y residuos en suelo	Grado de contaminación ambiental	Grado de daño en la salud	Daño para otras especies	
Puntuación															
CULTURAL	3	3	4	2	12	3	4	3	3	13	1	1	3	1	6
QUÍMICO	2	3	2	2	9	3	3	2	3	11	3	4	3	3	13
MECÁNICO-FÍSICO	2	3	3	1	9	4	2	3	4	13	4	3	3	3	13
BIOLÓGICO	1	2	4	1	8	4	2	1	1	8	1	1	2	1	5

Fuente: Visita exploratoria de campo, 2019.



De acuerdo con la matriz de evaluación anterior se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Social

- El control que actualmente es más utilizado es el cultural, contrario al biológico que tuvo resultado de un punto, es el único método que no es aplicado en el Ejido.
- Por lo tanto, en conocimiento del control, el biológico es el que menor puntaje tiene por falta de información sobre cómo aplicarlo.
- Sin embargo, en el grado de interés lo calificaron con 4 puntos por el alto interés en conocerlo y con la misma puntuación también se encuentra el control cultural que, aunque ya es utilizado se desean conocer otras técnicas.
- Es relevante resaltar que hay poca capacitación en el control cultural y químico y nulo en los controles biológico y físico-mecánico, lo que tuvo como consecuencia la falta de seguimiento de técnicos o instituciones y que obtuvieron el menor puntaje (1 y 2).

2. Económico

En los criterios económicos fue importante la explicación de los resultados de B/C que se obtuvieron en capítulo VI hacia los productores, de esta manera se logró puntuar los indicadores resultando lo siguiente:

- En el indicador de B/C óptimo los controles que son más redituables son: biológico y el mecánico físico con cuatro puntos, porque a diferencia de los otros son los que además de obtenerse mayores ingresos, también ayuda a reducir los gastos del manejo integrado del picudo, por otro lado con 3 puntos se encuentra el químico y cultural.
- Con 4 puntos se encuentra el control cultural en costos totales del control, lo que significa que hay costos altos dentro de él por el número de técnicas utilizadas, ya que estas son adaptables para varios cultivos y son tradicionales, por ello se eligió más de una.
- En cuanto a la adquisición en el mercado, la compra de insumos para el control biológico, correspondiente los hongos *Bauveria Bassiana* y *Metarrizum*, tuvo resultado de 1 punto porque para los productores son nada fáciles de adquirir por el



escaso conocimiento que tienen sobre estos productos, en cuanto al control químico son poco fáciles de adquirir por la feromona Tequilur, ya que no hay muchos mercados cerca de la región. Caso contrario, el control cultural y mecánico-físico son más fáciles de adquirir por ser herramientas básicas pero calificadas con tres puntos por los costos a los que se consiguen.

- El indicador de mano de obra que mayor demanda tiene es el método mecánico físico con cuatro puntos, por las técnicas de recolecta de órganos infestados y destrucción manual de los picudos por lo que su implementación requiere de cuatro personas cada una, a comparación de los métodos cultural y químico que requieren de una o dos personas.

3. Ambiental

- En degradación y residuos en suelo el control mecánico físico resulto el más alto con cuatro puntos por la técnica de quema que como se había mencionado anteriormente solo es utilizado como último recurso por los efectos negativos de la contaminación.
- Mismo caso resulta en el indicador de grado de contaminación ambiental, en el que el control mecánico-físico junto con el químico resultaron los más altos con puntaje de 3 y 4 respectivamente ya que en este control la mayoría de sus productos como el Foley tienen ciertos efectos tóxicos para las personas y el ecosistema
- Continuando con el siguiente indicador se destaca que el control biológico a diferencia de los otros tiene poco grado de daño en la salud al tener técnicas naturales lo que lo hacen atractivo para su implantación.
- En cuanto al daño para otras especies se puntuó con la mínima calificación en los métodos cultural y biológico, ya que los productores indican que estas técnicas pueden ser aplicadas directamente hacia el picudo a comparación de las otras que no son tan controladas y pueden perjudicar a otras especies vegetales, animales e insectos.



Es así que en la ponderación total el control biológico es el que tiene menor puntuación en todos los aspectos sustentables tanto social, económico y ambiental, tomando este como el más óptimo por las siguientes razones:

- En el aspecto social actualmente no es aplicado dentro de sus parcelas, por lo que provoca que haya un grado de interés muy alto en conocer su procedimiento en aplicar sus técnicas, sin embargo no hay capacitación, por lo que a los productores les gustaría que hubiese un acompañamiento técnico e información aplicada para lograr un manejo integral en la prevención y control del picudo.
- En cuestiones económicas el B/C es el más alto comparándolo con los otros controles, por utilizar muy poca mano de obra y las aplicaciones de sus técnicas son fáciles de realizar, sin embargo la gran desventaja es que al existir desconocimiento es difícil de adquirir los insumos y aplicarlos correctamente, pero no significa que no se pueda lograr.
- Ambientalmente el control biológico resulta óptimo porque no contamina el suelo, los agaves o el aire, no daña otras especies benéficas y el grado de daño para la salud de los productores es mínimo, beneficiando a las próximas generaciones al no comprometer la disponibilidad de los recursos a futuro.

Además (Rubio Susan & Fereres Castiel, s/f, p. 3) señalan que el control biológico “puede ser más seguro para humanos, cosechas y medio ambiente, y tiene el potencial de ser más estable y durar más tiempo que otros métodos de control, siendo totalmente compatible con los conceptos y objetivos del control integrado y una agricultura sostenible. Aunque el control biológico no pretende reemplazar completamente los sistemas de control químico, puede ser utilizado junto con otras técnicas de este como parte de un sistema integrado de control. Es necesario mencionar que el control biológico tiene un potencial enorme, pero se necesita una investigación mayor sobre este tema para lograr un control efectivo”.

Esto rectifica que el control biológico es una buena alternativa sustentable de aplicación en la prevención contra el picudo, aunque como se ha mencionado constantemente, hace falta más investigación y capacitación sobre este método y sus técnicas.

Es necesario y de vital importancia acompañar el control biológico junto con los otros tipos de controles para obtener una prevención y control efectivo sobre el picudo, beneficiando a



los productores con nuevos conocimientos y experiencia aplicada hacia el agave y la plaga, el cual se logrará siempre y cuando los productores tengan iniciativa, interés y apoyo a través de profesionistas en el tema.



Conclusiones

Nuestra principal conclusión es que aun cuando se logró realizar el análisis de las alternativas sustentables para el control del picudo mediante el manejo integrado de plagas en el *Agave salmiana* en el Ejido Oxtoyáhuatl, depende de los productores aplicar dichas técnicas para mejorar su nivel de vida.

Así mismo como se planteó en la hipótesis y como se mencionaba en el párrafo anterior se cumplió la selección del control más sustentable, sin embargo para aumentar la producción y calidad de vida se requiere el interés de los productores en aplicar lo que esta investigación propone para elevar dichos índices.

Además, como diagnóstico general del Ejido Oxtoyáhuatl se concluye que:

De las 63 personas que habitan en el Ejido, sólo seis son productores de agave y sólo uno cuenta con un ciclo completo de producción, cosecha y comercialización. Lo que se vuelve un escenario preocupante por el desinterés que existe en la producción y reproducción de esta planta.

Respecto a la edafología, al no existir información sobre el tema se desconoce el perfil de suelo, tipo y descripción por parte de los productores, por lo que es difícil saber si actualmente el suelo es completamente adecuado para el agave, así como que tanta degradación, deficiencias y requerimientos existen desde que se ha trabajado en estas parcelas.

En relación a la investigación del *Agave Salmiana*, *Scyphophorus acupunctatus* “picudo” y sus interrelaciones se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Actualmente de las 8 subvariedades de *Agave Salmiana* presentes en el Ejido, la subvariedad en la que se enfocan los productores para la obtención de aguamiel, es el maguey Manso. Sin embargo, la subvariedad Cimarrón y Ayoteco que se encuentran en peligro de extinción, colocando al Ejido en una situación de suma importancia para la subsistencia de este agave y que se vuelve prioritaria su reproducción y su cuidado ante la entrada de la plaga a la planta.



En el caso de *Scyphophurus acupuntatus* las mayores afecciones al agave son causadas por la bacteria *Erwinia carotovora* (Jones), diseminándose cuando el picudo va de planta en planta, reflejados en los porcentajes de afectación obtenidos dentro de la parcela de estudio número 1 con 23.33% y 10.00% en la parcela de estudio número 2. Convirtiéndose en temas importantes la prevención y el monitoreo que se realiza en las parcelas de estudio para la detección oportuna de la plaga e implementar un control adecuado.

Sin embargo, las otras cuatro pequeñas unidades de producción, en las cuales no existe dicho monitoreo, ya sea por falta de tiempo e interés por parte de los demás productores, convierte a estas parcelas en focos de infección para las parcelas vecinas y provoca que el picudo siga presente.

Respecto a la Sustentabilidad, el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y las técnicas utilizadas actualmente en el Ejido:

Tanto la sustentabilidad como el Manejo Integrado de Plagas tienen un mismo fin en común: aumentar la producción del agave a través de la reducción de los daños ambientales, asegurando la prosperidad del ecosistema y con ello mantener un equilibrio social y económico pensando en las generaciones futuras para lograr una buena calidad de vida. Minimizando la población del picudo de forma sistémica con a) monitoreo, b) prevención y c) control para seleccionar las técnicas que son adecuadas para implementar en el agave.

Las técnicas menos utilizadas resultaron ser los hongos entomopatógenos dentro del control biológico, al no tener información ni capacitación sobre éste, no pueden llegar a la aplicación en sus cultivos de agave, por lo que los productores continúan usando las mismas técnicas de los métodos químico, físico-mecánico y cultural de siempre, que si bien les han dado bajos índices de población de picudo no han existido nuevas actualizaciones de estos métodos por lo que implementarlos junto con el control biológico resulta sustentablemente necesario.

Por otra parte, mediante el análisis económico de costos de producción del agave, así como los costos de los métodos del control del picudo y los diferentes controles del MIP, se concluye que:



Las evaluaciones de presupuesto reflejaron que, aunque el costo de producción del agave fue de \$41,970.00 pesos con las técnicas mayormente utilizadas se genera un costo adicional a la producción de \$6,635.00 pesos correspondientes a las técnicas utilizadas, por lo que se puede concluir que un 15.8% de los gastos totales está destinado al control del picudo, por ello es necesario reducirlos para obtener mayor rendimiento. Pero actualmente no existe un sistema controlado de contabilidad.

Dentro de los indicadores obtenidos del beneficio/costo, el método biológico tuvo mayor índice con 2.49 lo que significa 1.49 centavos de retorno, por lo que es importante para la toma de decisiones en cuanto a la reducción de costos en un sistema de producción a mediano plazo, como el agave.

Por último, se concluye como alternativa sustentable el manejo integrado para el control de la plaga del picudo (*Scyphophorus acupunctatus*), a través del conjunto de los cuatro controles cultural, mecánico-físico, químico y biológico para tener un buen resultado de prevención, monitoreo y control dentro de las parcelas y generar un buen rendimiento económico dentro de la producción de maguey pulquero (*Agave Salmiana*). Destacando el control biológico como el más eficiente y rentable, obtenido mediante el análisis de los elementos de la sustentabilidad recabados a lo largo de la investigación y evaluándolos con ayuda de la participación de los productores del Ejido y resultó ser el más aceptado socialmente, el más rentable económicamente y el menos dañino ambientalmente, beneficiando a los productores con nuevos conocimientos con experiencia aplicada hacia el agave y la plaga, el cual se lograra siempre y cuando los productores tengan iniciativa, interés en el seguimiento de esta forma de control.





Propuestas

Las instituciones educativas, gubernamentales y de investigación necesitan generar un registro actualizado sobre bienestar económico y edafología del Ejido de Oxtoyáhuatl, para que los productores y futuros investigadores tengan datos técnicos que ayuden a mejorar la producción del agave.

Se invita a docentes, técnicos, instituciones y organizaciones campesinas a difundir las investigaciones existentes y realizando más estudios sobre la afectación del picudo en *Agave salmiana* (variedades más resistentes y poco resistentes a la plaga, así como la merma de aguamiel que produce el insecto), por medio de inventarios de tesis y difusión a investigadores interesados en recabar esta información.

También hay que crear campañas de prevención, monitoreo y control del picudo, así como la aplicación del método biológico en agave pulquero para capacitar con nueva información a los productores dándoles más oportunidad de ampliar técnicas que son desconocidas y mejorar las utilizadas para el control del picudo.

Además, es necesario que las autoridades correspondientes agreguen una ley actualizada de protección del agave conforme a las peticiones que requieran los productores, para lograr retener a los magueyeros que declinan ante los robos en esta actividad, de esta manera se genera un interés social de la utilización del agave como fuente de empleo y generadora de recursos económicos. Este es un llamado atento a legisladores para que se haga justicia para los propietarios afectados.

A los productores del Ejido se les invita a implementar talleres que incentiven a la comunidad de Oxtoyáhuatl para promover el interés a las nuevas generaciones de reproducir esta especie y con ello seguir con la tradición de obtención de aguamiel e infinidad de subproductos, convocando a través de estaciones de radio, carteles en puntos estratégicos y redes sociales, así mismo también es importante que se tome la iniciativa de buscar apoyos para sus cultivos y comunidades con responsabilidad y organización para lograr este objetivo.



Así mismo se necesita crear un banco de semillas para el Agave Cimarrón y Ayoteco dentro del Ejido para preservar estas subvariedades, disminuyendo el riesgo de desaparición en el que se encuentran actualmente, también se tiene que asumir interés en el cuidado de sus agaves para evitar el continuo contagio de plantas y dispersión del picudo a las parcelas colindantes, para ello se propone el siguiente plan para lograr la sustentabilidad del Ejido Oxtoyáhuatl.

Para poder llevar estas propuestas a la ejecución, hay que realizar un plan de desarrollo para los magueyeros del Ejido Oxtoyáhuatl, desarrollando cada proceso que a continuación se mencionará:

1. Realizar un protocolo para tener un sustento fundamentado del plan a desarrollar, con los siguientes puntos:
 - Tema
 - Objetivos generales y específicos.
 - Problemática
 - Justificación
 - Desarrollo general
 - Propuestas
 - Presupuesto de implementación del proyecto.
2. Realizar una plática informativa durante la asamblea general del Ejido, para explicar lo que se pretende lograr con la implementación del plan y contar con la plena participación de los ejidatarios que quieran participar en dicho plan.
3. Buscar apoyo económico, técnico y/o en especie a través de instituciones gubernamentales, municipales y universidades para la ejecución.
4. Aprovechar el turismo de la zona arqueológica para dar recorridos en los cultivos de maguey y realizar actividades agroecológicas, con el apoyo colectivo de los ejidatarios, mismas que tendrán cuotas de recuperación para invertir en el plan de desarrollo del Ejido.



“Plan sustentable para el control del picudo en el *Agave salmiana* en el Ejido Oxtoyáhuatl”

A) Actividades técnicas de Manejo Integrado para la plaga *Scyphophorus acupunctatus* “picudo”

1. Control cultural:

- Manejo de malezas

Se realiza con la técnica de desbrozadora que resulta más eficiente y ahorra mano de obra, se propone realizar en los meses con mayor precipitación de mayo a septiembre donde la mala hierba llega a crecer más de lo de normal.

- Rotación de cultivos

Esta técnica ayuda para evitar que la plaga se acostumbre al mismo cultivo, las plantas son colocadas en relevos eligiéndose el maíz porque ayuda al autoconsumo además de comercializarlo, se siembra en los meses de abril-mayo y agosto-septiembre.

2. Control químico:

- Aplicación de feromonas

Esta técnica no ayuda para erradicar la plaga, sino para tener un monitoreo de la población de picudo presente dentro de las parcelas. Se colocan durante dos meses, con un descanso de dos meses.

- Biopreparado “sulfocálcico”

Sirve para un mejor manejo de parcelas como sustancias “fitoprotectoras” productos que llegan a ser remplazados como plaguicidas sintéticos, la aplicación de dicha técnica es un mes sí y el otro no, durante todo el año para dejar descansar tres meses consecutivos, para no generar resistencia al producto.

3. Control Mecánico-Físico

- Eliminación de órganos infectados con ayuda de poda

Con las podas se examinan los agaves para identificarlos y cortar las pencas que se encuentren infectadas con picudos y enfermedades, se eliminan de forma manual eliminando las pencas en un lugar alejado, ya sea para quemarlas o enterrarlas. Las podas se realizan tres meses consecutivos, dos veces al año en los meses de febrero-abril y agosto-octubre.



- Recolecta y destrucción manual

Al examinar la planta afectada por el insecto se destruye la planta desde la raíz con herramientas básicas, de este modo se detectan picudos adultos y larvas dentro del agave, durante esta actividad se podría aprovechar la recolecta manual para el aprovechamiento del valor agregado del picudo y/o larvas (salsas o derivados). También se puede aprovechar la visibilidad del picudo para la aplicación del control biológico.

4. Control Biológico:

- Aplicación de entomopatógenos *Metarrhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*.

La técnica por germinación de las esporas del hongo sobre el picudo se puede aplicar una vez realizada la recolecta manual de este insecto aplicándolo directamente hacia él y la parte contaminada del agave y tener un mejor resultado, de igual manera se sugiere que sea un mes sí y al siguiente se deja descansar, mes en el que se aplicaría el sulfocálcico.

*Las fechas propuestas en el calendario para las actividades técnicas fueron basadas en las siguientes fuentes:

Controles cultural y mecánico-físico: Entrevistas en visitas a campo con los productores del Ejido Oxtoyáhuatl (2018).

Controles químico y biológico:

Sulfocálcico: Picado, Jaime y Añasco, Alfredo (2005).

Aplicación de Entomopatógenos: Cañedo Teresa Ames, Verónica (2004).

B) Actividades sociales de transmisión de conocimientos del *Agave salmiana*, picudo y MIP, para la mejora de calidad de vida y conocimiento de los productores:

Derivado de la investigación proponemos impartir el siguiente plan social a los productores de agave del Ejido Oxtoyáhuatl, para que a su vez con el conocimiento adquirido en los cursos lo transmitan a la demás población del Ejido y a todas las personas interesadas en aprender sobre el tema, realizando esta invitación en puntos estratégicos (Zona arqueológica, mercados locales, plazas/kioscos de San Martín, San Juan Teotihuacán, redes sociales y en la estación de radio local).



1. Banco de semillas en agaves Cimarrón y Ayoteco.

Investigar y realizar una sesión que abarque la teoría y práctica sobre cómo crear un banco semillero. Adecuando un espacio con los requerimientos necesarios (herramientas básicas, higiene, temperatura, etc.) para implementarlo.

2. Pláticas informativas de la importancia del *Agave salmiana*, la plaga picudo y el manejo integrado de la plaga.

Realizar pláticas interactivas del tema para interesar tanto a niños como adultos a través de recorridos guiados en parcelas, videos y exposiciones.

3. Registro contable de gastos, ventas diarias y producción de agua miel obtenida.

Impartir cursos de administración y desarrollo básico del negocio a través de conceptos financieros, económicos, marketing, cooperativas y cuestiones legales, adaptados hacia los productores.

4. Talleres de valor agregado de la plaga picudo y del agave.

Realizar una sesión práctica sobre cómo transformar la plaga picudo y el *Agave salmiana* en productos comerciales gastronómicos y de higiene personal (salsas, chiles en polvo, shampoo, jabones, etc.).

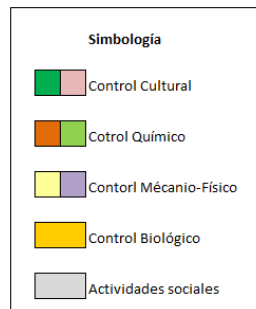
*Las fechas propuestas en el calendario para las actividades sociales son para tener una base primaria de implementación de las mismas, sin embargo en el transcurso de la ejecución del plan se desplegarían las actividades con fechas específicas.



Tabla 30. Propuesta de calendario para el manejo sustentable de la plaga picudo en el cultivo del *Agave salmiana* en el Ejido Oxtoyáhuatl.

Actividades	Mes:	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Técnicas: Manejo Integrado para la plaga <i>Scyophorus acupunctatus</i> "picudo"	Manejo de malezas con desbrozadora												
	Rotación de cultivos												
	Aplicación de feromonas para monitoreo												
	Biopreparado "sulfocálcico"												
	Eliminación de órganos infectados con ayuda de poda												
	Recolecta y destrucción manual												
	Aplicación de entomopatógenos <i>Metarrhizium anisopliae</i> y <i>Beauveria bassiana</i> .												
Sociales: Transmisión de conocimientos del <i>Agave salmiana</i>, picudo y MIP	Banco de semillas en agaves Cimarrón y Ayoteco												
	Pláticas informativas de la importancia del Agave salmiana, la plaga picudo y el manejo integrado de la plaga.												
	Registro contable de gastos, ventas diarias y producción de agua miel obtenida.												
	Talleres de valor agregado en la plaga del agave picudo (salsas y chile en polvo).												

Fuente: Elaboración propia (2019).









Fuentes de consulta

Bibliografía

- Cardoso Parra, A. (2016). *Zonificación agroclimática (Scyphophorus acupunctatus) en Agave salmiana para los estados de México e Hidalgo*. Informe final de servicio social legal, UAM Xochimilco, Herbario de la UAM Xochimilco, Ciudad de México Delegación Coyoacán.
- Estrada, A. (1988). *El Maguey: "árbol de las maravillas"*. México: Museo Nacional de Culturas Populares.
- Granados Sánchez, D. (1993). *Los Agaves en México*. México: UACH.
- Lesur, L., (2006) *Manual de plagas y enfermedades agrícolas: una guía paso a paso* (pag.1) México: Trillas.
- Menéndez Gámiz, C. R., & León Chávez, M. d. (2018). Región Teotihuacán Cadena Productiva Maguey Pulquero Estado de México. En Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, *Extensionismo con resultado: Estrategias de política pública y sistematización de experiencias de extensionismo rural con enfoque territorial*. (págs. 90-106). México: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA.
- Pineda Melendez, G., 1983. *Control químico de las plagas y enfermedades más comunes del maguey pulquero Agave atrovirens Karw*. Promotoría del maguey y del nopal ed. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Primo Yúfera, E. & Carrasco Dorrién, J., 1977. *Química Agrícola II. Plaguicidas y fitorreguladores*. España: Alhambra.
- Romero Cervantes, Imelda. (2015) *La problemática del picudo (Scyphophorus acupunctatus Gyllenhal) en plantaciones de maguey pulquero (agave spp.) en el municipio de Cardonal, Hidalgo*. México Universidad Autónoma Chapingo.
- Solís, A. J. (2001). *El picudo del Agave tequilero Scyphophorus acupunctatus Gyllenhal (Coleoptera; Curculionidae) en Jalisco, México*. México: Colegio de Postgraduados.
- Toledo, Jorge. (2012) *Manejo integrado de plagas* (pag.20, 28, 29,36 y 37) México trillas



Velázquez Contreras, Luis Eduardo (2015) *Ciencia de la sustentabilidad y sus disciplinas* (pag.1)
México Pearson Educación.

Visita exploratoria de campo. (11 de febrero de 2018). Reporte de Campo. México, México.

Visita exploratoria de campo . (03 de diciembre de 2019). Reporte de Campo. México, México.

Xavi Fontanet, i. R. & Andreu Vila, P., 2014. *Plaga y enfermedades en hortalizas y frutales ecológicos prevenir, identificar y tratar con métodos ecológicos*. s.l.:La fertilidad de la tierra.



Cibergrafía

Agency, U. E. P., 2017. *Manejo Integrado de Plagas*. [En línea] Disponible en: https://espanol.epa.gov/sites/production-es/files/2017-09/documents/ipm_-fact-sheet-spanish.pdf

[Último acceso: 9 julio 2018].

Agri Food Gateway, En línea. *Definición de plaga agrícola*. [En línea] Disponible en: <https://hortintl.cals.ncsu.edu/es/content/definici%C3%B3n-de-plaga-agr%C3%ADcola>

Anon., 2019. *Pala azada*. [En línea] Disponible en: https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-662878231-allway-herramientas-4246054-warren-punto-azada-_JM

Anon., 2019. *Podadora Desbrozadora P/ Jardin Y Maleza Ligeramente Espesa*. [En línea] Disponible en: https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-587912199-podadora-desbrozadora-p-jardin-y-maleza-ligeramente-espesa-_JM?quantity=1

[Último acceso: 30 junio 2019].

Arqueología Mexicana, 2014. *El Maguey*. [En línea] Disponible en: <https://raices.com.mx/tienda/revistas-el-maguey-ES057>

Ávila, G. G., 2017. *Manejo integrado de plagas-MIP*. [En línea] Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/assets/uploads/2017/09/MANEJO-INTEGRADO-DE-PLAGAS-2.pdf>

[Último acceso: 16 septiembre 2018].

Bedmar, F., 2011. *¿Qué son los plaguicidas?*. [En línea] Disponible en: <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Usotierra/CH%20Plaguicidas%20fin.PDF>

[Último acceso: 5 Marzo 2019].

Bernal, J. S., 2007. *Biología, ecología y etología de parasitoides*. [En línea] Disponible en: file:///C:/Users/admin/Downloads/Bernal_07BiologaEcologayEtologadeParasitoides.pdf

Bolaños, T., Ruiz, J. & Martínez, D., 2010. *Ecología y biología de *Syphophorud acupunctatus* Gyllehnal*. [En línea]

Disponible

en: <https://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/sites/www.ciidiroaxaca.ipn.mx.revista/files/pdf/v>



ol8num1/NatyDes_Vol-8-1-Art5.pdf

[Último acceso: 19 marzo 2018].

Brundtland, G. H. B., 1987. *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. "Nuestro futuro común"*. [En línea] Disponible

en:http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

CABI, 2018. *Invasive Species Compendium. Cobertura detallada de especies invasoras que amenazan los medios de vida y el medio ambiente en todo el mundo*. [En línea]

Disponible en: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/49421>

[Último acceso: 18 agosto 2018].

CABI, 2018. *Invasive Species Compendium*. [En línea] Disponible en:<https://www.cabi.org/isc/datasheet/49421#9BBDB2DF-5B5E-460D-A793-9BE03A80C6BB>

Calvente, A. M. & Gro Harlem, . B., 2007. *El concepto moderno de sustentabilidad*. [En línea]

Disponible en:<http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/sde/uais-sds-100-002%20-%20sustentabilidad.pdf>

[Último acceso: 2 julio 2018].

Cañedo Teresa Ames, Verónica, 2004. *Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos*. Disponible en: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/AN65216.pdf>

Carbo Gomez, A. & Orencio Vidal, M., s/f. *Marqueo de plantaciones*. [En línea] Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1978_21.pdf

[Último acceso: 6 julio 2019].

Centeno S., G. H., 2016. *Métodos de controles: Cultural, Físico y Mécanico*. [En línea] Disponible en:<https://docplayer.es/47640304-Metodos-de-controles-cultural-fisico-y-mecanico.html>

CESAVEG & Gobierno del Estado de Guanajuato, s/f. *Manual de Plagas y Enfermedades del Agave*. [En línea] Disponible en: http://www.cesaveg.org.mx/html/folleto/folleto_11/folleto_agave_11.pdf



CESAVEG, s/f. *Campaña Manejo Fitosanitario de Cultivos Perennes*. [En línea]
Disponible en: http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_11/folleto_agave_11.pdf
[Último acceso: 12 septiembre 2018].

Cisneros V., F., 1995. *Control de plagas agrícolas*. [En línea]
Disponible en: http://www.avocadosource.com/books/CisnerosFausto1995/CPA_7_PG_89-101.pdf
[Último acceso: 11 noviembre 2018].

CONABIO, 2006. *Listado de agaves por su nombre popular*. [En línea]
Disponible en: <http://www.todomezcal.com/AgavesTec/AgavesListadoPopular.html>
[Último acceso: 22 agosto 2018].

Consejo de Investigación sobre Salud y Cerveza de México, A.C., 2018. *La Cerveza en México*. [En línea]
Disponible en: <http://saludycerveza.com/la-cerveza-en-mexico/historia-de-la-cerveza/>
[Último acceso: 28 agosto 2018].

Cruz Sifuentes, M., s/f. *Guía sobre Manejo Integrado de Plagas control mecánico y biológico*. [En línea]
Disponible en: http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/Control_mecanico_biologico.pdf
[Último acceso: 14 septiembre 2018].

Department of natural resources, 2018. *Solicitud DNRGPS*. [En línea]
Disponible en: <https://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/DNRGPS/DNRGPS.html>
[Último acceso: 18 septiembre 2018].

Díaz González, C. & Santos Coello, B., 2012. *El acolchado plástico*. [En línea]
Disponible en: http://agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_431_acolchado.pdf
[Último acceso: 20 noviembre 2018].

Dirección Nacional de Alimentación & Aventis Environmental Science, s/f. *Manejo Integrado de Plagas en el Sector Agroalimentario*. [En línea]
Disponible en: http://www.conal.gob.ar/Notas/Recomenda/Manejo_plagas.pdf

DOF, 1997. *Diario Oficial de la Federación*. [En línea]
Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4814/semarnat/semarnat.html>

Dow AgroSciences, s/f. *Manejo Integrado de Plagas*. [En línea]
Disponible en: http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_093f/0901b8038093fc17.pdf
[Último acceso: 22 septiembre 2018].



Dragón, 2016. *Foley Rey insecticidas*. [En línea]
Disponibile en: <http://www.dragon.com.mx/foley-rey/>
[Último acceso: 1 Marzo 2019].

ESRI, DigitalGlobe, GIS User Community, 2017. *Imagen de satélite Worldview 3 WV03_VNIR (Visible/Near-Infrared)*, s.l.: s.n.

FAO, 2008. *Base referencial mundial del recurso suelo*. [En línea]
Disponibile en: <http://www.fao.org/3/a-a0510s.pdf>
[Último acceso: 03 septiembre 2018].

(FAO), O. d. I. N. U. p. I. A. y. I. A., 2011. *Elaboracion y uso del bocashi*. [En línea]
Disponibile en: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>
[Último acceso: 30 junio 2019].

Figuroa Castro, P., 2009. *Fluctuación poblacional y trapeo de Scyphophorus acupunctatus GYLLENHAL (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) con feromona de agregación en plantaciones de Aagave Tequilero en Jalisco.* [En línea]
[Último acceso: 05 septiembre 2018].

García Mendoza, A. J., 2011. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. [En línea]
Disponibile en: http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/floras_tehuacan/2012/F88_Agav.pdf
[Último acceso: 03 septiembre 2018].

García, E., 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen*. [En línea]
Disponibile en: http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf
[Último acceso: 27 agosto 2018].

Geilfus, F., 2002. *80 Herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. [En línea]
Disponibile en: <http://ejoventut.gencat.cat/permalink/aac2bb0c-2a0c-11e4-bcfe-005056924a59>

[Último acceso: 30 mayo 2018].

Gonzalez Castillo, O. & de las Nieves Sanchez Guerrero, . G., s/f. *El desarrollo sustentable y las tendencias en la evaluación de proyectos*. [En línea]
Disponibile en: <http://www.uam.mx/difusion/revista/mar2004/varios.pdf>
[Último acceso: Marzo 2019].



H. "LVIII" Legislatura del Estado de México", 2014. *Ley para la Protección del Maguey en el Estado de México..* [En línea] Disponible

en:<http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/ley/vig/eyvig211.pdf>

INEGI, 1979. *Mapas.* [En línea] Available at: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825640965> [Último acceso: 06 agosto 2018].

INEGI, 2004. *Guía para la Interpretación de Cartografía Edafológica.* [En línea] Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EdafIII.pdf> [Último acceso: 06 agosto 2018].

INEGI, 2009. *Prontuario de Información Geográfica Municipal.* [En línea] Disponible en:http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15092.pdf [Último acceso: 27 agosto 2018].

INEGI, 2010. *Censo de Población y Vivienda 2010, Principales resultados por localidad (ITER)* [En línea] Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/tmp/scitel/default?ev=5> [Último acceso: 02 agosto 2018].

INEGI, 2013. *Diseño de cuestionarios.* [En línea] Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espano/lbvinegi/productos/metodologias/varios/Dise%C3%B1o_Cuest.pdf

INEGI, 2018. *Climatología.* [En línea] Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/climatologia/> [Último acceso: 27 08 2018].

INEGI, 2018. *Edafología.* [En línea] Disponible en:<http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/edafologia/> [Último acceso: 09 octubre 2018].

INEGI, 2018. *Mapas.* [En línea] Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapas/> [Último acceso: 02 mayo 2018].



INEGI, 2018. *Mapas/Edafología*. [En línea]
Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/edafologia/>
[Último acceso: 20 junio 2018].

INEGI, 2018. *Marco Geoestadístico 2013 versión 6.0. Estados Unidos Mexicanos (Inventario Nacional de Viviendas 2012)*. [En línea]
Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/mg/>
[Último acceso: 17 septiembre 2018].

INIFAP, 2003. *Sugerencias para el manejo integrado del maguey*. [En línea]
Disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3190/SugerenciasManIntegrado.pdf?sequence=1>
[Último acceso: 24 marzo 2018].

INIFAP, 2013. *El picudo Scyphophorus acupunctatus Gyllenhal y su manejo en el agave tequilero (Agave tequilana F.A.C.Weber) variedad azu*. [En línea]
Disponible en: http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3959/CIRNE_010208204400051749ok.pdf?sequence=1
[Último acceso: 23 agosto 2018].

IPES & FAO, 2010. *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. [En línea]
Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>
[Último acceso: 14 noviembre 2018].

JICA, s/f. *Caldo sulfocálcico guía técnica 12*. [En línea]
Disponible en: https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_12.pdf
[Último acceso: 15 noviembre 2018].

Jiménez M., E., 2009. *“Métodos de Control de Plagas”*. [En línea]
Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
[Último acceso: 8 noviembre 2018].

Jiménez Martínez, E., 2009. *Métodos de Control de Plagas*. [En línea]
Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
[Último acceso: 24 septiembre 2018].

José Jacinto, R. & García Moya, E., 2000. *Remoción cuticular (“Mixiote”) y desarrollo foliar en los agaves pulqueros (Agave Salmiana y A. Mapisaga)*. [En línea]



Disponible

en:<http://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/view/1613/1263>

Luna Raya, P., 2003. *Explotación actual y potencial del cultivo de Agave tequilana Weber Azul en el estado de Guanajuato, México*. [En línea] Available at: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/778/T13594%20LUNA%20RAYA%20%2C%20PATRICIA%20Monog.pdf?sequence=1> [Último acceso: 09 octubre 2018].

M. Calvente, A., 2007. *El concepto moderno de sustentabilidad*. [En línea] Disponible en:<http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/sde/uais-sds-100-002%20-%20sustentabilidad.pdf> [Último acceso: 08 junio 2018].

Martinez Castillo, R. & Martinez Chaves, D., 2016. *Perspectivas de la sustentabilidad: teoría y campos de análisis*. [En línea] Disponible en:<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5821458.pdf> [Último acceso: Marzo 2019].

Martínez, N., 2010. *Manejo integrado de plagas: una solución a la contaminación ambiental*. [En línea] Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3757/375740246010.pdf> [Último acceso: 18 septiembre 2018].

Masera, O., Astier, M. & López-Ridaura, S., 1999. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El Marco de evaluación MESMIS*. [En línea] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS

Maya, Y., 2011. *El cardón Pachycereus pringlei, nuevo hospedero para Scyphophorus acupunctatus (Coleoptera: Curculionidae) en Baja California Sur, México*. [En línea] Disponible en:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532011000300031&script=sci_arttext&tIng=pt [Último acceso: 03 septiembre 2018].



O.Fernandez, 1982. *Manejo integrado de malezas*. [En línea]
Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/pd/v5n2/a10v5n2>
[Último acceso: 30 junio 2019].

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA, 2016. *Protocolo de Agricultura Sustentable*. [En línea]
Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/3-Protocolo-Agricultura-Sustentable.pdf>

OIRSA, 2001. *Manual tecnico manejo integrado de plagas*. [En línea]
Disponible en: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Oirsa/50000083.pdf>
[Último acceso: 12 noviembre 2018].

Olivas Gallegos, U. E. y otros, 2007. *Áreas con aptitud para establecer plantaciones de maguey cenizo: definición mediante análisis multicriterio y SIG.* [En línea]
Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/610/61030408/>
[Último acceso: 09 octubre 2018].

Ortega Aguaza, B., 2012. *Fundación Dialnet*. [En línea]
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5583839>
[Último acceso: 19 enero 2019].

Pérez, R. A. y otros, 2017. *Comparación de Dos Sistemas de Siembra de Maguey (Agave salmiana)*. [En línea]
Disponible en: <http://www.upfim.edu.mx/investigacion/doc/libros/AgaveSalmiana.pdf>
[Último acceso: 06 mayo 2018].

PHINA, 2018. *Registro Agrario Nacional - Consultas*. [En línea]
Disponible en: <http://www.ran.gob.mx/ran/index.php/sistemas-de-consulta/phina>
[Último acceso: 12 mayo 2018].

Picado Jaime y Añasco, Alfredo, 2005. *Preparación y uso de abonos orgánicos líquidos y sólidos*. CEDECO, Costa Rica. Disponible en: http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/fiches_techniques/ficha_caldosulfocalcico_vfb_ok.pdf

[Último acceso: 29 julio 2019]

Plant Health Care México, 2019. *Biopesticidas*. [En línea]
Disponible en: <http://www.phcmexico.com.mx/phcbiopesticidas.html>
[Último acceso: 29 enero 2019].

Ramírez De Lucas, P., 1996. *Las feromonas de insectos y su aplicación en agricultura*. [En línea]



Disponible

en:<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/553/553>

[Último acceso: 24 julio 2018].

Ríos Casanova, L., 2011. *¿Que son los parasitoides?*. [En línea]

Disponible

en:

[https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_2/PDF/05_QueSonParasitoides.](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_2/PDF/05_QueSonParasitoides.pdf)

pdf

Rodríguez M., A. y otros, 2010. *Proyecto demostrativo con implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo del Banano*. [En línea]

Disponible

en:

[http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-](http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-corbana/HOJA%20DIVULGATIVA%20Nb02-2010%20-CONTROL%20BIOLOGICO.pdf)

[1/publicaciones-corbana/HOJA%20DIVULGATIVA%20Nb02-2010%20-](http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-corbana/HOJA%20DIVULGATIVA%20Nb02-2010%20-CONTROL%20BIOLOGICO.pdf)

[CONTROL%20BIOLOGICO.pdf](http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-corbana/HOJA%20DIVULGATIVA%20Nb02-2010%20-CONTROL%20BIOLOGICO.pdf)

Romero Contreras, T. A., 2004. *Los agrónomos mexicanos y el control de plagas agrícolas a fines del siglo XIX y principios del XX*. [En línea]

Disponible

en:

<http://www.redalyc.org/pdf/104/10410312.pdf>

Rubio Susan, V. & Fereres Castiel, A., s/f. *Control biológico de plagas y enfermedades de los cultivos*. [En línea]

Disponible

en:

[http://digital.csic.es/bitstream/10261/13780/1/46.%20Rubio%20and%20Fereres,%202005.](http://digital.csic.es/bitstream/10261/13780/1/46.%20Rubio%20and%20Fereres,%202005.pdf)

pdf

[Último acceso: 22 noviembre 2018].

Ruíz Corral, J. A. y otros, 2013. *Requerimientos agroecológicos de cultivos*. [En línea]

Disponible

en:

[http://www.inifapcirpac.gob.mx/publicaciones_nuevas/Requerimientos%20Agroec%20de%](http://www.inifapcirpac.gob.mx/publicaciones_nuevas/Requerimientos%20Agroec%20de%20Cultivos%20da%20Edici%F3n.pdf)

[20Cultivos%20da%20Edici%F3n.pdf](http://www.inifapcirpac.gob.mx/publicaciones_nuevas/Requerimientos%20Agroec%20de%20Cultivos%20da%20Edici%F3n.pdf)

[Último acceso: 23 octubre 2018].

Ruiz Vega, J. & al., e., 2017. *Manejo integrado y sostenible del agroecosistema maguey para el control de *Scyphophorus acupunctatus* Gyll.* [En línea]

Disponible

en:

file:///C:/Users/admin/Downloads/Ruiz-Vega_RMAE_Vol42_Sup2_2017.pdf

[Último acceso: 03 septiembre 2018].

Rzedowski, J., 1994. *Vegetación de México*. [En línea]

Disponible

en:

<https://librosagronomicos.blogspot.com/2018/02/vegetacion-de-mexico.html>

[Último acceso: 02 septiembre 2018].



SEDESOL, 2013. *Catálogo de Localidades Catálogo de localidades/Indicadores de Marginación*. [En línea] Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/indiMarginacLoc.aspx?refnac=150920108> [Último acceso: 20 junio 2018].

SENASICA, 2013. *Boletín Sanidades*. [En línea] Disponible en: <http://www.conasamexico.org.mx/13/wp-content/uploads/2014/01/Control-Biol%C3%B3gico.pdf>

SENASICA, 2016. *Dirección General de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria*. [En línea] Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281890/Ficha_T_cnica_picudo_del_agave_2016.pdf [Último acceso: 25 junio 2018].

SENASICA, 2016. *Ficha Técnica. picudo del agave Scyphophorus acupunctatus Gyllenhal 1838 (Coleoptera: Dryophthoridae)*. [En línea] Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281890/Ficha_T_cnica_picudo_picudo_del_agave_2016.pdf [Último acceso: 23 abril 2018].

SENASICA, 2017. *Plagas reglamentadas del agave*. [En línea] Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/plagas-reglamentadas-del-agave-110851> [Último acceso: 12 septiembre 2018].

SENASICA-DGSV., 2016. *Scyphophorus acupunctatus Gyllenhal 1838 (Coleoptera: Dryophthoridae)*. [En línea] Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281890/Ficha_T_cnica_picudo_del_agave_2016.pdf [Último acceso: 3 septiembre 2018].

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2009. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. [En línea] Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/agricola_siap_gb/icultivo/index.jsp [Último acceso: 29 agosto 2019].

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2019. *Avance al mes de enero 2019*. [En línea] Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/articulos/avance-al-mes-de-enero-2019?idiom=es>



[Último acceso: 25 agosto 2019].

Servín, R. & et al, 2006. *Scyphophorus Acupunctatus Gyllenha (Coleoptera: Curculionidae) como potencial insecto-plaga de Yucca Valida Brandegee en Baja California Sur, México.* [En línea] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42445101>

[Último acceso: 03 septiembre 2018].

Shenk, M., 1996. *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo.* [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0c.htm#fuego>

[Último acceso: 20 noviembre 2018].

Solís Aguilar, J. F. y otros, 2001. *Scyphophorus acupunctatus gyllenhal, plaga del agave tequilero en Jalisco, México.* [En línea] Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/302/30200609.pdf>

[Último acceso: 23 junio 2018].

Soto Giraldo, A., Pallini, A. et al., 2013. *Eficacia del caldo sulfocálcico en el control de los ácaros Tetranychus evansi Baker & Pritchard y Tetranychus urticae Koch (acarí: tetranychidae).* [En línea]

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n37/n37a06.pdf>

[Último acceso: 30 agosto 2018].

Terán Vargas, A. P., 2010. *Trampa y feromona de agregación para el manejo del picudo en el agave en Tamaulipas.* [En línea]

Disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2694/853.pdf?sequence=1>

[Último acceso: 24 agosto 2018].

United States Environmental Protection Agency, 2017. *Manejo Integrado de Plagas.* [En línea]

Disponible en: https://espanol.epa.gov/sites/production-es/files/2017-09/documents/ipm_-fact-sheet-spanish.pdf

Ureta, C., Espinosa, A. E. & Ureta, . E., 2014. *El control de plagas agrícolas pasado, presente y futuro.* [En línea]

Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/65_3/PDF/ControlPlagas.pdf

[Último acceso: septiembre 12 2018].



Vargas, M. J., Nieto, A. R. & Nieto, A. J. C., 2016. *El cultivo de maguey pulquero (Agave salmiana) en el Valle del Mezquital.* [En línea] Disponible en: <http://www.upfim.edu.mx/investigacion/doc/libros/cultivoMaguey.pdf>

Venta generadores.net, 2019. *Guía: Cómo elegir una desbrozadora según su uso: Tipos y Características.* [En línea] Disponible en: <http://www.ventageneradores.net/blog/guia-elegir-una-desbrozadora-segun-uso-tipos-caracteristicas/>

[Último acceso: 30 junio 2019].

Vivanco, J. C. y otros, 2010. *Características de los principales suelos de la cuenca del río Mololoa, Tepic, Nayarit, México Cultivos Tropicales..* [En línea] Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193214880004.pdf>

[Último acceso: 01 noviembre 2018].





Anexos

Cuestionario

El siguiente cuestionario tiene el objetivo de ayudar en el estudio de tesis de la carrera de Planificación para el Desarrollo Agropecuario, de la Facultad de Estudios Superiores Aragón.

“Alternativa sustentable de prevención contra el picudo
en Agave pulquero en el Ejido Oxtoyáhuatl, Teotihuacán”

1. Nombre y edad

2. Domicilio (Colonia/Localidad)

3. ¿Qué tipo de propiedad es su parcela?

Propiedad Privada

Ejido

Comunal

Otro _____

4. ¿Tiene Cultivo de Maguey?

5. ¿Cuántos metros, hectáreas aprox., tiene en total su cultivo actual?

6. ¿Cuántas plantas de maguey tiene aproximadamente?

7. ¿Cuál es la cantidad de magueyes por antigüedad?

De 1 a 2 años ()

De 3 a 4 años ()

De 4 a 5 años ()

De 6 a 7 años ()

Más de 7 años()

8. ¿Tiene algún otro empleo u ocupación a parte del cultivo/venta del maguey? Menciónelo

9. ¿Pertenece a algún tipo de unión de productores? Mencione el nombre

¿Cuántos son?

¿Qué días se reúnen?

10. ¿Pertenece a algún tipo de asociación de productores? Mencione el nombre

¿Cuántos son?

¿Qué días se reúnen?



12. ¿Actualmente ha observado picudos en sus plantas?

13. Considera que el picudo en su parcela es:

- Un insecto más que no trae problemas
- Un insecto plaga, fácil de atacar
- Un insecto plaga, difícil de combatir
- Un insecto plaga, sin solución

14. ¿Sufre algún otro tipo de plagas? ¿Cuáles?

15. Califique del 1 al 7 de mayor a menor, siendo el 1 el más importante y el 7 el menos importante. ¿Cuál de las siguientes opciones cree usted que afecta más la entrada del picudo en el maguey?

- Falta de labores culturales
- Clima que favorece al picudo
- Problemas de comunicación u organización con otros productores vecinos para mantener limpias las parcelas en conjunto.
- Falta de tiempo para un adecuado cuidado de las plantas.
- Falta de capacitación.
- Falta de recursos económicos para combatirlo (compra de insecticidas, pago de mano de obra para revisión de plantas o limpieza del cultivo).
- Otro _____

16. ¿Conoce métodos preventivos para prevenir al picudo?

- Sí
- No (pase a la pregunta 17)

¿Cuáles?

- Químico (Insecticidas)
- Físico (Del ambiente como clima, humedad y temperatura)
- Mecánico (dispositivos mecánicos o técnicas manuales de colecta y destrucción, limpieza de la parcela)
- Biológico (insectos, microorganismos u hongos como *Bauveria Bassiana* y *Metarrizum*)
- Otro _____

17. Considera que la capacitación que ha recibido por diferentes instituciones sobre el picudo u otras plagas, ha sido:

- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala
- Muy mala

18. ¿Qué opina usted de utilizar químicos para prevenir la plaga?

19. ¿Participa su familia en la actividad de producción?

20. ¿Cómo piensa que se puede contribuir a los productores de agave en el tema del picudo?

**Calendario de actividades en campo**

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Exploración comunitaria para intercambiar comentarios con productores.	X					
Recorridos guiados por la comunidad para caracterización del sistema agave y ciclo biológico de insecto plaga picudo.	X					
Entrevistas con diálogos semi-estructurados.		X				
Delimitación del área de estudio. (Parcela 1 y 2)			X			
Muestreo de plantas afectadas por la plaga picudo con la técnica cinco de oros.				X	X	
Aplicación de herramientas participativas						
Evaluación de recursos			X			
Flujograma de cultivo.				X		
Presupuesto de cultivos y técnicas del MIP.				X		
Matriz de sustentabilidad.					X	
Exposición de resultados y retroalimentación con los productores.						X



Archivo fotográfico



Ilustración 1. Producción de agave extensivo.



Ilustración 2. Agave Salmiana variedad Manso



Ilustración 3. Agave Salmiana variedad Cenizo.



Ilustración 4. Pudrición de agave por la plaga del picudo



Ilustración 5.
Rotación de cultivo con maíz



Ilustración 6. Control químico con técnica de trapeo con feromona



Ilustración 7. Eliminación de órganos infestados.



Ilustración 8. Larva del picudo en la penca.



Ilustración 9. Picudo adulto.



Ilustración 10. Aplicando herramientas participativas con los productores.



Ilustración 11. Reproducción de agave mediante semilla.

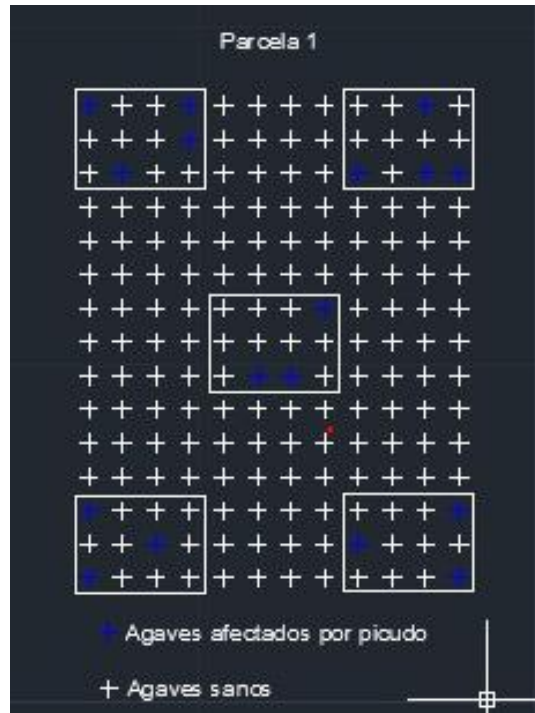


Ilustración 12. Muestreo "cinco de oros" de agaves afectados por picudo en parcela 1.

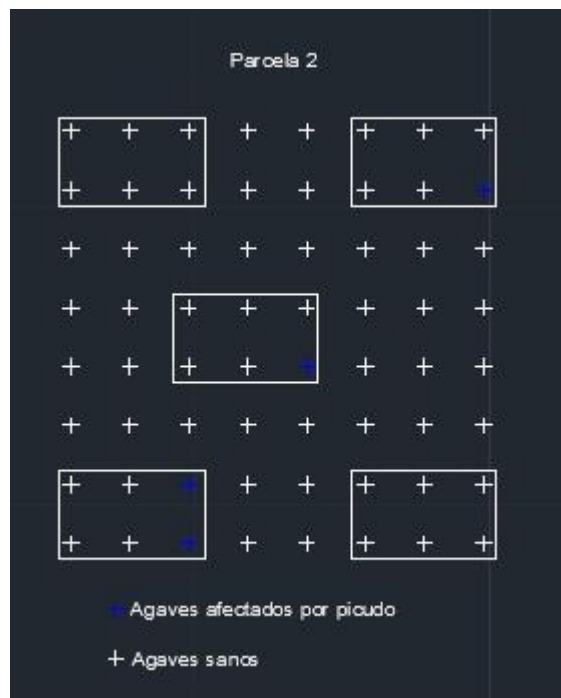


Ilustración 13. Muestreo "cinco de oros" de agaves afectados por picudo en parcela 2.



Ilustración 14. Delimitación espacial de parcela número 1 de estudio.

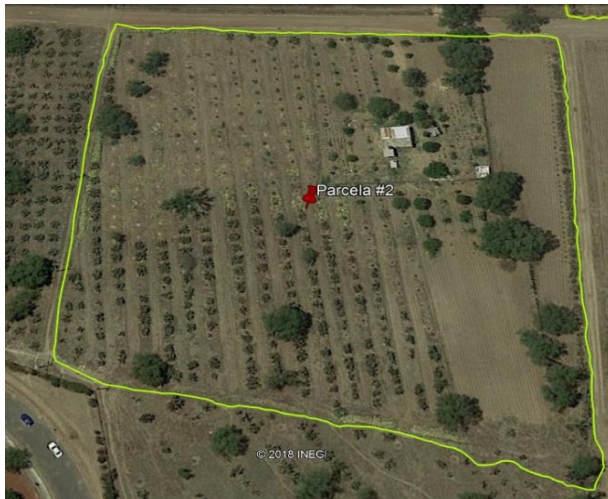


Ilustración 15. Delimitación espacial de parcela número 2 de estudio.



Ilustración 16. Colindancia entre parcela 1 y 2 de estudio.