

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES**

**Estrategia participativa para el diagnóstico y futuro del cultivo de la *Macadamia*
spp., en el Municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORA EN ECOLOGÍA TROPICAL

PRESENTA

GABINA SOL QUINTAS

Comité tutorial:

Dr. Odilón Sánchez Sánchez

Dra. Evodia Silva Rivera

Dr. Miguel Ángel Escalona

XALAPA, VERACRUZ.

Abril 2015

DERECHOS DE AUTOR

Excepto cuando es explícitamente indicado en el texto, el trabajo de investigación contenido en esta tesis fue efectuado por la M. en C. Gabina Sol Quintas, como estudiante de la carrera de Doctor en Ecología Tropical entre agosto 2011 y agosto 2014, bajo la supervisión del Dr. Odilón Sánchez Sánchez.

Las investigaciones reportadas en esta tesis no han sido utilizadas anteriormente para obtener otros grados académicos, ni serán utilizadas para tales fines en el futuro.

Candidato: M. en C. Gabina Sol Quintas

Director de tesis: Dr. Odilón Sánchez Sánchez

NOTAS DE LA AUTORA

Desde pequeña, a pesar de ir a una escuela activa me juraba no volver estudiar más; terminaría la primaria y me iría a vivir a aquella playa a la que iba con mi madre: "Playa Ventura". Ahí los días corrían con el viento, los reflejos del sol en el mar lo eran todo; el olor a mar, la piel tostada, las hamacas, las estrellas, era el paraíso.

A pesar de todas las contradicciones que hoy en día sigo encontrando en el sistema educativo y de creer que nuestro mundo necesita mucho más que gente con el título de doctor, para transformarse en un mundo justo y con paz; a mis más cerca de los cuarenta que de los treinta años, continúo estudiando.

Por un lado, estudiar este doctorado con beca del CONACYT es hoy en día mi *modus vivendi*, y por otro lado, me alienta fuertemente a seguir mis estudios, el pensamiento filosófico de la ciencia, que aboga por que el progreso científico depende de la imaginación y de la inspiración (Lederman y Hill, 2006). Concibiendo a la ciencia definitivamente abierta en cuanto trasciende el campo de las ciencias exactas para que se comuniquen y reconcilien, no únicamente con las humanidades y las ciencias sociales, sino también con el arte, la poesía y otras experiencias espirituales.

Espero lograr con este trabajo resultados útiles y prácticos, principalmente para la gente del campo, que encuentre en su entrega al trabajar la tierra grandes beneficios; para convertir al árbol de macadamia en un árbol no elitista e intentar recubrir un área mínima de la piel de la tierra nuevamente con árboles.

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi hijas Xelka Iurema, el sol de mi vida y a Gala mi corazón.

A mi compañero Rodrigo por mostrarme lo grande que puede ser el cariño y el amor.

A mi madre quien con mucho amor y paciencia me ayudó a revisar este escrito y me motiva a seguir aprendiendo.

A los niños, las mujeres y los hombres del Tejocotal, quienes con su ejemplo y compañía me han enseñado otra forma de trabajar, compartir y vivir.

AGRADECIMIENTOS

A Miguel Hernández García, Juan Hernández García, Alfonso Morales García y Oliverio García, ejidatarios de Tlalnelhuayocan por compartir su tiempo, espacio y conocimiento, para hacer posible esta investigación. Por apostar por un lugar mejor donde los árboles son la alternativa.

A Esteban Escamilla por compartir siempre sus conocimientos de manera tan generosa.

A Liliana Gutiérrez Carbajal por su entusiasmo, apoyo y motivación para que me supere profesionalmente y confíe más en mi misma.

A toda la comunidad de “Agronómicas de Guatemala”, en especial al Ing. Eduardo Díaz, por enseñarme prácticas en el manejo de la macadamia de manera tan abierta y generosa.

A Gina Vidriales y a Tajín Fuentes por su hermosa amistad y vital apoyo para hacer posible que esta tesis fuera más allá de un trabajo de escritorio y llegara a las manos de los ejidatarios de Tlalnelhuayocan.

A la asociación civil SENDAS, por el financiamiento para el establecimiento del módulo inicial agrosilvopastoril.

A la asociación civil Catuaí Amarillo por su colaboración con la donación de ochenta plantas injertadas de macadamia para el este proyecto.

Al Ing. Ángel Remes por compartir de manera tan amable y entusiasta la experiencia silvopastoril de macadamia y ganado en su finca.

A la Dra. Evodia Silva sinceramente por su gran contribución al trabajo, al motivarme siempre para lograr algo mejor.

Al Dr. Odilón Sánchez Sánchez por apoyarme durante todo el proceso de estudio y la realización de la tesis doctoral.

Al Dr. Miguel Ángel Escalona por guiar el desarrollo de esta tesis, siempre enfatizando en la importancia de las relaciones humanas.

Al Dr. Carlos Cerdán, por aparecer en un momento tan crucial, en el que me ayudó a reorganizar el trabajo con mucha paciencia y de manera muy didáctica.

A los productores de macadamia de Tlalnelhuayocan Argel Alatorre y Pablo Valderrama, por compartir su experiencia del cultivo de la macadamia, de manera tan generosa con la comunidad que les rodea, mostrando su ética y gran valor como seres humanos.

Al agroecólogo Valentín Niembro, por participar y enriquecer el trabajo de campo con tanta dedicación, tiempo, energía y compromiso con la agroecología.

Y finalmente a Maite Lascurain, quién llegó en forma de aguacero, a renovar, a refrescar y a colaborar de forma positiva para que el trabajo escrito se convirtiera en un retoño.

LA INTENCIÓN

Mi primer acercamiento consciente al árbol de macadamia fue en el año de 1996, me encontraba estudiando la licenciatura en biología y rentaba una casa en el campo (Municipio De Tlalnahuayocan), rodeada por una huerta de macadamia, sin saber nada de este árbol y sin permiso alguno tomaba algunos de sus frutos y con martillo o piedra los abría para adicionarle a un delicioso chocolate elaborado con semillas de cacao que disfrutaba mucho en invierno.

Mi segundo encuentro fue varios años más tarde, a tan sólo unos 12 kilómetros de distancia de mi primer contacto con la macadamia. Un desamor me llevó a vivir a la casa de una bailarina muy famosa por su gran trayectoria y fortaleza. Ella vivía el luto de su esposo, con quien compartió 44 años de vida; yo vivía un desamor. Era invierno, había lágrimas, caras tristes, silencio, chimenea, calditos de pollo y millones de nueces de macadamia en el piso de su huerta, abandonada varios años atrás.

Estando con ella, conocí a varios de sus amigos artistas e investigadores, quienes al igual que ella, decidieron hace muchos años, salir de la ciudad y vivir en el campo, buscando una forma de vida más cercana a la naturaleza. Varios de ellos habían establecido a finales de los años 80, pequeñas huertas de macadamia (a este grupo muy particular de intelectuales productores de macadamia llamo en mi investigación productores pioneros). Durante el tiempo que vivimos juntas mi amor y admiración hacia la bailarina creció y creció. Un día me decidí apoyarla con la plantación de macadamia que había establecido años atrás su esposo. Debo aceptar que yo veía aquel árbol feo, sin chiste... ¡Hojas duras que te rasguñan y unas bolas duras en el piso con las que te puedes resbalar: un horror! Pero a pesar de esto, me acerqué al árbol y traté de vender la cosecha.

Me llevé una gran sorpresa: desde entonces, la demanda internacional por la nuez de macadamia no ha cesado, tal es así, que he sido contratada por varias compañías internacionales en busca de macadamia: Green Farm Nut Company (Sudáfrica), Sol Caribe (Costa Rica), Swiss Macadamia (Suiza), y he conocido huertas en Brasil, Guatemala, Costa Rica y Sudáfrica. Todas estas empresas no han permanecido en el país por falta de producción.

Además de la gran demanda internacional y nacional que he constatado como representante de MACAMEX, una asociación de productores de macadamia, que impulsé en 2001, la macadamia me ha revelado ser una especie con atributos únicos, me atrevo a decir insuperables, para formar parte de la estrategia de conservación de los recursos naturales y el desarrollo comunitario. Entre algunos de los atributos está el largo tiempo de producción comercial (al menos 30 años), su manejo es sencillo, su alto valor nutritivo, la capacidad que tiene el fruto de almacenarse en condiciones rudimentarias por algunos meses. por otra parte, la experiencia en la región que revela el potencial agroecológico de este cultivo y los servicios ambientales que nos brinda tales como: protección y enriquecimiento del suelo, sombra, retención de agua, captura de bióxido de carbono y refugio para varias especies animales y vegetales, entre otros.

Entre idas y venidas de la vida y de mi aprendizaje sobre la macadamia, ya tengo doce años de radicar en Tlalnahuayocan, una zona periurbana a Xalapa, cuyo bosque y gente son mi vida y mi

presente. Veo a la gente local luchando día a día por su sustento, básicamente vendiendo sus tierras y al bosque convertirse en potrero o esconderse en las barrancas más pronunciadas. Me pregunto ¿por qué los ejidatarios, los campesinos (a quienes llamo productores emergentes) de la región, no han integrado este cultivo en sus parcelas? ¿será por falta de información?, ¿será por los siete años que hay que esperar para que de inicio la cosecha? no lo creo, siempre he reconocido en la gente de campo la virtud de la paciencia, ¿o será el imaginario de que es un cultivo de gente “rica”?

Hoy mi respuesta es que es la falta de información y conocimientos sobre este noble y atractivo cultivo, lo que lo ha mantenido como de elite; es por ello, que el trabajo que realicé siguió una estrategia participativa, puesto que estas dinámicas fomentan el valor del conocimiento local y el intercambio de saberes, el reconocimiento entre los actores involucrados, entre otros beneficios. Reconozco que la investigación que hice con la gente es una contribución modesta que intenta dar fuerza e independencia a los productores emergentes en un proceso de largo aliento que busca alternativas agroecológicas redituables para su futuro.

Como resultado de la investigación acción participativa se codiseñó y estableció un naciente módulo agrosilvopastoril establecido en la parcela de un productor emergente, la cual hemos llamado parcela paisaje. La parcela paisaje está ubicada en la orilla de un camino principal, lo que la hace visible a todo aquél que transite por allí, además, es el paisaje de mi vivienda. En un inicio pensé: qué suerte y ventaja de tener la parcela como gran ventana mi casa, confieso que me sentí haciendo trampa, era muy fácil registrar y observar cada mañana lo que allí ocurría. Ahora después de un año de esta investigación, pienso: ¿cómo hacer investigación de campo (y más aún participativa) sin vivir en el lugar donde realmente suceden los eventos objeto de estudio?; la cantidad de sucesos, registros y el tiempo que requiere un trabajo participativo, así lo exige. Como bien Villasante dice: la investigación acción participativa más que una metodología, es una forma de vida.



Figura 1. Vista panorámica del módulo inicial agrosilvopastoril.

PRÓLOGO

Una de las principales causas de la crisis ecológica en las regiones tropicales es la deforestación de dos terceras partes de los bosques y su conversión en zonas de pastizal para la actividad ganadera. Esta actividad se lleva a cabo en la mayoría de los casos de forma extensiva, poco eficiente y con la utilización de gran cantidad de insumos agroquímicos nocivos tanto para el ser humano como para el medio ambiente, sin solucionar el problema de la pobreza y la seguridad alimentaria en estas regiones. Esta compleja problemática requiere de un enfoque holístico y una metodología participativa para su solución. La agroecología, ciencia en la que se enmarca el presente estudio, se perfila hoy como un paradigma con base en el conocimiento profundo de la naturaleza, considerando los aspectos sociales y económicos, y pretende orientar la reconversión de los sistemas convencionales de producción hacia los sustentables (Lang et al., 2011).

La situación que vive el municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz, ejemplifica claramente lo anteriormente expuesto. El bosque mesófilo de montaña, bosque nativo, ha sido talado principalmente para establecer zonas de pastizal, siendo la producción de leche la actividad económica predominante en la región. Esta actividad se realiza de forma extensiva y poco eficiente. El municipio es catalogado por el INEGI (2009) de alta marginación. Este cambio en el uso de suelo ha disminuido el bosque nativo del municipio a un 10%, el cual se encuentra distribuido en varios fragmentos, poniendo en riesgo la conservación de la biodiversidad de este ecosistema, uno de los más ricos en especies por unidad de área y alto endemismo. Aunado a lo anterior, Tlalnahuayocan es un municipio periurbano a la ciudad de Xalapa, la cual se está expandiendo sin ningún plan de desarrollo que considere la conservación del bosque, así como los recursos naturales que este brinda a la misma ciudad.

De forma paralela a esta gran problemática, en el municipio se cultiva la nuez macadamia bajo un enfoque agroecológico y de manera exitosa, que bien vale la pena diagnosticar y conocer las posibilidades que tiene para desarrollarse como alternativa productiva en la región. El presente estudio se realizó en el lapso de un año a la luz de la estrategia participativa llamada Investigación Acción Participativa (IAP), la cual dio inicio con la identificación de los actores involucrados para lograr dichos objetivos: el investigador, los productores pioneros de macadamia en el municipio (Pp), los posibles nuevos productores de macadamia, a quienes llamamos productores emergentes (Pe) y la asociación civil Senderos y Encuentros para un Desarrollo Autónomo Sustentable (SENDAS), que ha trabajado desde 2005 en proyectos comunitarios en la región y quien demostró interés por este estudio.

Como punto de partida y mediante la aplicación de entrevistas semi estructuradas, se llevó a cabo el diagnóstico del 100% (5 Pp) de las huertas de macadamia en el municipio (huertas con al menos 20 años de establecidas). Talleres, salidas de campo y grupos de discusión, fueron algunas de las técnicas empleadas en esta investigación de enfoque cualitativo, para diseñar, de forma participativa, un módulo inicial de producción agrosilvopastoril, acorde a las necesidades y

oportunidades de los ejidatarios del municipio (productores emergentes, Pe) para integrar la macadamia en sus parcelas, como alternativa de diversificación y producción agroecológica en la zona. En la parcela de un Pe se estableció el módulo agrosilvopastoril de una hectárea con 80 árboles de macadamia de las variedades A-527 y Huatusco, bajo un arreglo de callejones, protegidos con cerco eléctrico para evitar que las siete cabezas de ganado del ejidatario dañaran los árboles, durante los primeros años de desarrollo.

Con los datos obtenidos del diagnóstico se hizo una estimación general del costo/beneficio de una parcela agrosilvopastoril a lo largo de 20 años. Un análisis preliminar del flujo de caja indica que a partir del sexto año el ejidatario comienza a recibir ingresos y el período de recuperación de los costos acumulados en el onceavo año. los indicadores evaluados fueron: litros de leche por área de pastoreo, algunas características físicas y químicas del suelo, así como sobrevivencia de árboles. este diseño ofrece la posibilidad al ejidatario de incorporarse como productor de macadamia, superando el desafío que implica el largo período de retorno de la inversión de estas plantaciones, contribuyendo a su vez a frenar el deterioro ambiental en la zona. Sin embargo, se requieren de estudios a largo plazo sobre su aceptación entre los ejidatarios, y de monitoreo para una evaluación que muestre datos de factibilidad financiera, productiva y otros aspectos de sustentabilidad.

RESUMEN

Como resultado de la Investigación Acción Participativa con cuatro grupos de actores, investigadores, productores de macadamia, ejidatarios y una organización civil del Municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz, se propone como alternativa el sistema agrosilvopastoril (macadamia y ganado lechero), ante la drástica transformación del bosque nativo a pastizales ganaderos, y a la presión que ejerce el crecimiento urbano de la ciudad Xalapa, Veracruz. Se elaboró un diagnóstico de 5 huertas de 20 años de establecidas, mediante entrevistas aplicadas a los actores, cuyos resultados indican el alto potencial bajo un esquema agroecológico y rendimientos de hasta 5 800 kg/ha de macadamia. Se implementó un módulo agrosilvopastoril inicial de una hectárea con 80 árboles de macadamia de las variedades A-527 y Huatusco, distribuidos en siete callejones, protegidos con cerco eléctrico. A un año de establecidos los árboles se obtuvo una sobrevivencia del 69%. Una estimación y escenario económico futuro del módulo agrosilvopastoril inicial, indica que a partir del sexto año el ejidatario comienza a recibir ingresos y en el once, recupera los costos acumulados, cuando los árboles están en plena producción. Lo anterior se hizo con la finalidad de ofrecer al productor un panorama de la producción integral del sistema. El diseño agrosilvopastoril es una posibilidad para el ejidatario de incorporarse como productor de macadamia y continuar con la actividad del ganado lechero. Este sistema productivo podría ser una opción de múltiples beneficios y un mejor uso del suelo en la zona. Para ello se requerirán de estudios a largo plazo sobre su aceptación entre los ejidatarios, monitoreo de diversos indicadores, entre otros aspectos.

ÍNDICE

LA INTENCIÓN	8
PRÓLOGO	11
RESUMEN	13
LISTA DE TABLAS	16
LISTA DE ANEXOS	18
INTRODUCCIÓN	19
2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	21
3. HIPÓTESIS	22
4. OBJETIVOS	22
5. MARCO CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES	23
5.1 La agroecología	23
<i>5.1.1 La participación como metodología agroecológica</i>	26
5.2 La agroforestería	32
<i>5.2.1 El desarrollo de la agroforestería en México</i>	34
<i>5.2.2 Los sistemas agrosilvopastoriles</i>	35
5.3 Cultivo del género Macadamia en México	38
<i>5.3.1 Taxonomía</i>	38
<i>5.3.2 Estructura del árbol</i>	38
<i>5.3.3 Las Flores</i>	39
<i>5.3.4 La fruta</i>	40
<i>5.3.5 Selecciones de macadamia en México</i>	41
<i>5.3.6 El cultivo de macadamia en México</i>	42
<i>5.3.7 La macadamia como especie amenazada</i>	44
5.4 El género Macadamia como parte de un sistema agroecológico	45
<i>5.4.1 El uso de especies exóticas en los sistemas agroforestales y las implicaciones en la conservación</i>	47
6. EL ESCENARIO AMBIENTAL Y SOCIAL QUE VIVE TLALNELHUAYOCAN	49
<i>6.1.3 La macadamia inmersa en el escenario local</i>	51
<i>6.1.2 El impacto urbano sobre la zona</i>	52
<i>6.1.3 Tenencia de la tierra</i>	54
7. METODOLOGÍA	56
7.1 Descripción de la zona de estudio	56
<i>7.1.1 Historia</i>	56
<i>7.1.2 Características geográficas</i>	57
<i>7.1.3 Vegetación</i>	59
<i>7.1.4 Aspectos socioeconómicos</i>	60
7.2 Diagnóstico	62

7.3 Diseño y elección de la parcela para establecer el módulo productivo inicial	64
7.3.1 Descripción de la parcela seleccionada	65
7.4 Evaluación del módulo inicial	68
8. RESULTADOS	69
8.1 Diagnóstico	70
8.1.1 Mapeo	70
8.1.2 El escenario de la macadamia en Tlalnelhuayocan	71
8.1.3 El perfil de los productores pioneros	72
8.1.4 La producción de las huertas del municipio	73
8.1.5 Organización y mercado	74
8.1.6 Manejo de las huertas	74
8.1.7 Fenología y manejo del cultivo en la zona	77
8.1.8 Salidas de campo. Aprendiendo con los Pe sobre la macadamia	78
8.2 Diseño y establecimiento del módulo inicial	81
8.2.1 Módulo inicial agrosilvopastoril	81
8.3 Evaluación del módulo inicial	84
8.3.1 Indicadores monitoreados	84
8.3.2 Estimación económica del módulo	85
9. DISCUSIÓN	91
9.1 El papel de los actores del grupo motor	91
9.2 Diagnóstico de la macadamia	93
9.3 Diseño y establecimiento del módulo inicial	94
9.4 Evaluación	96
9.5 Estimación económica del módulo.	97
10. CONCLUSIONES	100
11. RECOMENDACIONES	102
12. ANEXOS	103
13. REFERENCIAS	148

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Estimados de producción de kilogramos de nuez en concha por árbol (MacNut, 2014; Queensland, 2013).</i>	40
<i>Tabla 2. Características en común y diferencias entre los actores.</i>	70
<i>Tabla 3. Huertas de macadamia visitadas y algunas características.</i>	80
<i>Tabla 4. Supervivencia de plantas en el módulo inicial.</i>	85
<i>Tabla 5. Costos para iniciar un sistema agrosilvopastoril con macadamia de una hectárea de superficie.</i>	86
<i>Tabla 6. Costos e ingresos del sistema agrosilvopastoril propuesto.</i>	87

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Vista panorámica del módulo inicial agrosilvopastoril</i>	10
<i>Figura 2. Municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz. (Fuente: Gómez, 2011)</i>	57
<i>Figura 3. Superficie total por municipio según tipo de superficie: 2002-2005. (Gómez, 2011)</i>	60
<i>Figura 4. Crecimiento poblacional de Tlalnahuayocan en el periodo de 1990 al 2010 (Gómez, 2011)</i>	60
<i>Figura 5. Estructura general de la metodología</i>	62
<i>Figura 6. Elementos productivos en la parcela seleccionada</i>	66
<i>Figura 7. Parcela complementaria a la seleccionada</i>	68
<i>Figura 8. Relicto de bosque en el lindero de una huerta de macadamia</i>	75
<i>Figura 9. Fenología y manejo de macadamia en el municipio de Tlalnahuayocan</i>	77
<i>Figura 10. Sistema silvopastoril en Coscomatepec, Veracruz</i>	79
<i>Figura 11. Becerros en el sistema silvopastoril, Coscomatepec, Ver.</i>	80
<i>Figura 12. Esquema del módulo inicial agrosilvopastoril establecido con un arreglo en callejones</i>	82
<i>Figura 13. Elementos que integran el modulo inicial agrosilvopastoril (Fuente: elaboración propia)</i>	82
<i>Figura 14. Calendario de actividades agroecológicas y fenología de la parcela</i>	83
<i>Figura 15. Proyección de la distribución de los jornales por actividad económica a los doce años</i>	85
<i>Figura 16. Comparación de las utilidades si la nuez es vendida en concha o en almendra</i>	88
<i>Figura 17. Proyección económica a veinte años bajo dos densidades de plantas</i>	89
<i>Figura 18. Distribución de utilidades acumuladas ganadería y huerta de macadamia</i>	89
<i>Figura 20. Distribución del porcentaje de utilidad por actividad económica a los ocho, doce y dieciséis años</i>	90

LISTA DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Tabla nutrimental de la macadamia (Montgomery et al., 2006)</i>	103
<i>Anexo 2. Guión de la entrevista realizada en la procesadora: “Macadamia de Veracruz”</i>	104
<i>Anexo 3. Guión de la entrevista realizada los productores pioneros</i>	106
<i>Anexo 4. Ejidatario presentando su propuesta durante un taller</i>	113
<i>Anexo 5. Cáscara de macadamia (pericarpio) para pre composteo</i>	113
<i>Anexo 6. Caballo que ayuda a las labores de chapeo en la huerta</i>	113
<i>Anexo 7. Biodiversidad observada en las huertas de macadamia</i>	114
<i>Anexo 8. Estructura de soporte que protege a los árboles del viento</i>	115
<i>Anexo 9. Vivero nuevo en el municipio</i>	116
<i>Anexo 10. Guión cinematográfico para un video documental del cultivo de macadamia en Tlalnelhuayocan</i>	118
<i>Anexo 11. Elaboración y utilización del aparato “A” para el trazado de curvas de nivel</i>	124
<i>Anexo 12. Vista de la plantación: café-macadamia-plátano</i>	124
<i>Anexo 13. Fichas sistemáticas sobre las tres fincas visitadas</i>	124
<i>Anexo 14. Fichas de las tres parcelas de los Pe</i>	134
<i>Anexo 15. Memorias del segundo taller. Codiseño del módulo inicial</i>	141
<i>Anexo 16. Mapa de la parcela seleccionada (INEGI, 2009)</i>	142
<i>Anexo 17. Procedimiento general para el establecimiento del módulo</i>	143
<i>Anexo 18. Señalizaciones para los grupos de visitas en la parcela</i>	144
<i>Anexo 19. Tríptico de difusión sobre el módulo establecido</i>	145
<i>Anexo 20. Resultados del análisis de suelo</i>	145

INTRODUCCIÓN

“Es necesario y posible cambiar la forma de relacionarnos con nosotros mismos y con el entorno, para vivir un mundo socialmente más justo y ecológicamente más armonioso” (Silva y Vergara, 2012, p. 27). ¿Hay alternativas productivas que fomenten el desarrollo y a la vez contribuyan a la conservación de los recursos naturales? Claro que sí. existen múltiples evidencias de ello. Sin embargo, una vez identificadas estas alternativas ¿cómo lograr que sean bien acogidas por la comunidad? ¿cómo asegurar su permanencia una vez terminado un trabajo de tesis doctoral?.

El municipio de Tlalnelhuayocan, Veracruz de raíces prehispánicas nahuas y originalmente área de bosque mesófilo de montaña, dada su cercanía a la ciudad de Xalapa y a la ganadería extensiva para la producción de leche, hoy conserva únicamente el 10% del bosque nativo y es catalogada como zona de alta marginación (INEGI, 2009). En particular, la situación de los bosques periurbanos es muy compleja debido al permanente proceso de urbanización, con el consecuente cambio en el uso del suelo y el incremento de la demanda de recursos naturales como el agua para uso domiciliario e industrial. Es urgente diseñar un plan urbano de desarrollo que proteja al ecosistema de la región, a través de alternativas productivas para los pobladores (Paré et al., 2012).

De forma paralela a la compleja problemática, existe en el municipio un grupo particular de cinco productores de nuez de macadamia (Pp productores pioneros) no oriundos de la zona, quienes cuentan con un nivel de estudio y económico muy por encima de la media de los habitantes de la zona. Estos productores se establecieron en esta región hace 30 años buscando una forma de vida más cercana a la naturaleza. Introdujeron la macadamia al municipio hace alrededor de 25 años, como alternativa productiva para reforestar las zonas de potrero de sus terrenos. Actualmente estas cinco huertas cubren tan solo 20 hectáreas y son manejadas de forma sustentable. Los Pp han innovado sistemas para su procesamiento, así como fomentado y desarrollado un mercado local y en algunos casos responsables de la venta de su producto, el cual no es suficiente para la demanda de esta nuez que continúa en aumento.

Vale la pena mencionar que la macadamia proviene de un árbol perenne, con registros de árboles productivos de hasta 100 años, un alto valor nutrimental de su fruto, además que puede consumirse sin ningún procesamiento, no es altamente perecedero puesto que puede ser almacenado por varios meses bajo condiciones muy rudimentarias. Estas características del cultivo representan atributos favorables para ser incorporados en zonas rurales con índices altos de pobreza y en busca de alternativas productivas.

Paré et al. (2012) señalan que una de las actividades más importantes en la comunidad y que concentra la mayor parte de la mano de obra, es sin duda, la agricultura, entonces ¿porqué este cultivo no se ha extendido en el municipio?, una respuesta posible son los seis años como mínimo que hay que esperar para que el árbol de inicio a su etapa productiva; otra posible respuesta es la falta de información y capacitación sobre este cultivo.

El presente estudio utiliza la metodología investigación-acción participativa, para conocer la percepción sobre el cultivo y las posibilidades que tienen los diversos actores locales: productores pioneros, posibles nuevos productores (llamados productores emergentes) y SENDAS, una asociación civil que tiene varios años trabajando en la zona con proyectos comunitarios (y a quien los ejidatarios han expresado su interés por incorporar la macadamia en sus parcelas). Todos estos actores buscan encontrar de manera conjunta una alternativa agroecológica para que los ejidatarios del municipio se incorporen como productores de macadamia diversificando sus parcelas. Por último, bajo la pedagogía de la praxis, se plantea establecer en una de las parcelas ejidales, un módulo intensivo de macadamia codiseñado sobre el cual se requieren de estudios a largo plazo acerca de su aceptación entre los ejidatarios y un monitoreo para una evaluación que muestre datos de factibilidad financiera, productiva y otros aspectos de sustentabilidad.

El cultivo de la macadamia puede llegar a ser un ingreso económico extra y relevante en el sistema productivo del ejidatario y, dado que el mercado local le demanda nuez orgánica y la producción del municipio es afín con el mercado orgánico, es factible encaminar al ejidatario de manera segura y congruente para que transforme su modelo actual de producción convencional por un modelo agroecológico. Además el cultivo de la macadamia es perenne, con producciones comerciales de al menos 30 años, lo cual es una valiosa ventaja e imprime al proyecto el carácter de largo plazo, característica muy atesorada en un proyecto sustentable

Considerando que las huertas de macadamia comienzan su producción a los cinco años, el sistema agroecológico diseñado debe permitir al ejidatario integrar el cultivo en sus parcelas sin abandonar la actividad lechera que le da sustento a su economía diaria. Es primordial recordar que el objetivo de esta investigación no prioriza la obtención de ingresos inmediatos, sino que valora el extenso período de producción de estas plantaciones, los servicios ambientales que genera, la alta demanda del mercado que asegura su comercialización y el valor nutricional de esta nuez, entre otras de sus cualidades, de tal forma que el componente de sensibilización ambiental y social, se presenta a lo largo de todas las fases del proyecto.

El árbol de macadamia actúa como elemento promotor e inspirador de lo que podría constituir en el largo plazo, un sistema agroecológico codiseñado y evaluado por los propios actores locales. ¿Cuál es la alternativa escogida por los actores? ¿qué proyección económica tiene esta alternativa? y ¿cuáles fueron las implicaciones y ventajas que tuvo el carácter participativo en el desarrollo de la investigación?, estas son algunas de las preguntas que esperamos responder en el transcurso de la lectura de esta tesis.

2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el estado actual del cultivo de la nuez de macadamia en el Municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz?

¿Qué alternativa agroecológica con *Macadamia* spp. representa una oportunidad productiva para la zona?

¿Cuáles son las proyecciones económicas del sistema agroecológico derivado de la estrategia participativa?

3. HIPÓTESIS

A través de estrategias participativas y el conocimiento local, los ejidatarios del municipio de Tlalnelhuayocan son capaces de diseñar e integrar en sus parcelas el cultivo de la macadamia y el ganado bajo un sistema agroecológico intensivo.

Un sistema de estas características puede representar una alternativa económica viable en el mediano plazo, y consolidar una red de productores y distribuidores a nivel regional de macadamia.

4. OBJETIVOS

General:

El objetivo general de este estudio está enfocado a dos niveles. Uno de ellos se refiere a elaborar un diagnóstico que nos permita conocer el estado actual de la producción y manejo de las huertas que se encuentran en el Municipio de Tlalnelhuayocan. El segundo parte de la implementación de una estrategia participativa para identificar alternativas agroecológicas con miras a mejorar las actuales tendencias del uso de suelo e incorporar oportunidades productivas de macadamia en la zona.

Particulares:

1. Elaborar un diagnóstico de la experiencia del cultivo de la macadamia en la zona de estudio.
2. Identificar una alternativa de producción de macadamia mediante una estrategia participativa.
3. Estimar la factibilidad económica de un sistema agroecológico elegido por los participantes.

5. MARCO CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES

5.1 La agroecología

Caporal et al. (2011) señala que es el modelo hegemónico de la globalización capitalista, bajo un modo de producción intensivo y expansivo, con el fin único de producción del capital, es el responsable de la exclusión social, de la concentración de la riqueza y de la degradación de los recursos naturales. De ahí la importancia de encontrar alternativas de producción agrícola que tengan énfasis en la mejora de las condiciones sociales y ambientales, sin por ello olvidar las económicas.

Gliessman (2002, p. 3) al respecto advierte que

...la agricultura moderna es insostenible a largo plazo, ya que se están erosionando las condiciones que la hacen posible. Se ha abusado y se han degradado los recursos naturales de los que dependía la agricultura: suelo, agua y diversidad genética, además de la fuerte dependencia en el uso de recursos no renovables como el petróleo, se ha fomentado la no responsabilidad del proceso de producir alimentos.

La agroecología proviene tanto del campo de la ciencia pura de la ecología¹ como de la ciencia aplicada de la agronomía. El mismo autor define a la agroecología como "la aplicación de conceptos y principios ecológicos en el diseño y manejo de sistemas de producción de alimentos es la ciencia de la agroecología" (Gliessman, 2002, p.1). Para Altieri (1999) la agroecología se basa en el conocimiento profundo de la naturaleza del agroecosistema y de los principios que regulan su funcionamiento.

Altieri (1999) señala que la estructura particular de cada agroecosistema es el resultado de la interacción entre las características endógenas tanto biológicas como ambientales en el predio agrícola, y de los factores exógenos tanto sociales como económicos, tales como los precios del mercado o cambios en la tenencia de la tierra.

Las estrategias agrícolas no sólo responden a presiones del medio ambiente, presiones bióticas y del proceso de cultivo, sino que también reflejan estrategias humanas de subsistencia y condiciones económicas.

¹ Sutton (2011) señala, que la ecología es concebida como la ciencia que estudia las interacciones entre los organismos vivos y su ambiente, también entendida como la ciencia que estudia los ecosistemas, y que su estudio hoy en día incluye conocimientos de distintas ramas del saber, como son: la biología, la química, la economía, la política, las ciencias sociales, y la ética .

El estudio de la agroecología incorpora tanto aspectos ecológicos como sociales. Para comprender al sistema agrícola de manera integral, la reflexión sobre el comportamiento social y las dinámicas económicas locales como elementos críticos es fundamental. Algunos aspectos organizativos que es necesario conocer y que se relacionan con la dinámica de utilización y conservación del suelo y de los recursos son la disponibilidad de mano de obra, acceso y condiciones de los créditos, subsidios, información sobre los precios de mercado, riesgos percibidos, el tamaño de la familia y acceso otra fuente de sustento, son algunos de los aspectos que hay que tomar en cuenta

Sevilla (1999) incluye componentes sociológicos a la definición de agroecología. Bajo este marco, el manejo ecológico de los recursos naturales se da mediante formas de acción social colectiva, con el propósito claro de ofrecer alternativas a la actual crisis de la modernidad. El desarrollo participativo y los métodos de desarrollo endógeno para el establecimiento de dinámicas de transformación hacia sociedades sustentables son componentes esenciales en estos procesos.

la agroecología se perfila hoy como la ciencia fundamental para orientar la conversión de sistemas convencionales de producción (monocultivos dependientes de insumos agroquímicos) a sistemas más diversificados y autosuficientes" (Altieri et al., 2007, p. 3).

La agroecología debe asegurar que los sistemas y las tecnologías que se promueven, sean apropiados para las condiciones ambientales y socioeconómicas específicas de los pequeños productores, enfatizando las interacciones y sinergias entre los varios componentes biológicos de los agroecosistemas, mejorando así la eficiencia biológica, económica y de protección al ambiente (Altieri, 1994).

Los requisitos básicos mencionados por Altieri (1994) para considerar un agroecosistema sustentable son: a) reducir el uso de energía y recursos; b) optimizar las tasas de reciclaje de materia orgánica; c) fomentar la producción local de productos alimenticios, adaptados al entorno socioeconómico y natural; d) reducir costos y aumentar la eficiencia económica de los pequeños y medianos productores. A lo que Hagmann (2004) añade que un agroecosistema aumenta su sustentabilidad, dependiendo de cómo se desarrollen los siguientes seis procesos o atributos del agroecosistema:

- 1.-Disponibilidad y equilibrio del flujo de nutrientes.
- 2.-Protección y conservación de la superficie del suelo.
- 3.-Utilización eficiente de los recursos agua, luz, suelo.
- 4.-Nivel alto de fitomasa total y residual.
- 5.-Explotación de la adaptabilidad y complementariedad en el uso de recursos genéticos animales y vegetales.

6.-Preservación e integración de la biodiversidad.

La agroecología entonces aparece como una ciencia integradora de diferentes disciplinas, centrada en el estudio de modelos culturales humanos que generan las prácticas de gestión correctas para cada agroecosistema. La agroecología integra ideas y métodos de varios subcampos, más que como una disciplina específica, presenta raíces científicas agrícolas en el movimiento del medio ambiente, en la ecología y en los estudios de desarrollo rural; lo anterior es llamado por Altieri (1999) el "pedigrí intelectual de los agroecólogos" y está conformado por antropólogos, economistas y ecólogos entre otros.

Entre los objetivos de la agroecología están la reducción de la pobreza, el mejoramiento de la seguridad alimentaria y el manejo de los recursos naturales (Ranaboldo et al., 2007); como señala Pérez

la agroecología realiza una crítica muy interesante a la economía capitalista, como la responsable de la erosión de las conexiones entre las culturas agrarias tradicionales, por la privatización de los bienes de producción de las comunidades en los países pobres (Pérez, 2009, p. 14).

El mismo autor argumenta que es posible recopilar prácticas locales que conserven los recursos naturales para actualizarlos y combinarlos con las actuales prácticas de agricultura ecológica.

La creciente conciencia sobre el impacto negativo de las prácticas agrícolas destructivas ha permitido transformar la idea de incrementar la producción a cualquier costo, dando como resultado propuestas como la Agricultura Sustentable y el Desarrollo Rural" (Hagmann, 2004). El mismo autor señala que existen ciertas condiciones necesarias para la agricultura sustentable como son: el uso de tecnologías conservadoras de recursos, la acción por parte de grupos y comunidades a nivel local y el apoyo y facilitación por parte de instituciones externas, que actúen a nivel de la ecología del paisaje².

El estudio de Gómez et al. (2013) revisa y analiza 131 artículos originales, que incluyan el término agroecología en el título publicados en las ocho mayores bases de datos internacionales, y concluye que se presenta una divergencia entre lo que es definido teóricamente como agroecología y lo que algunas investigaciones empíricas están realizando, principalmente por la falta de sistematización presente en las investigaciones y la poca integración de los distintos elementos que debe considerar la agroecología: los culturales, los económicos y los sociales. La producción animal es también mínimamente abordada en relación con la agricultura.

² El desarrollo humano y agrícola ha generado un mosaico con una amplia variedad de tipos de hábitats fragmentados y dispersos. El estudio de las relaciones entre estos elementos se conoce como ecología del paisaje.

Kremen et al. (2012) reconocen que la causa principal de la pobreza es la distribución de los recursos y no la producción, por lo que actualmente se ha hecho hincapié en que la organización social y las relaciones sociales de la producción deberían considerarse tan de cerca como el medio ambiente y los cultivos. Este aumento en la dimensión social de la producción es una base importante para la comprensión lógica de la producción de sistemas agrícolas. Guzmán et al. (2000) hablan de la agroecología como un enfoque más integral de los procesos agrarios y menciona que ésta implica una definición alternativa de la sostenibilidad basada en la ecología.

Bajo el principio sustentable

el cuidado del medio ambiente y el desarrollo son un solo desafío; son inevitablemente interdependientes. El desarrollo no se mantiene si la base de recursos ambientales se deteriora; el medio ambiente no puede ser protegido si el crecimiento económico no toma en cuenta las consecuencias de la destrucción ambiental (Bruntland, 1987 citado por Contreras et al., 2008, p. 35).

Es entonces, el fin último de la agroecología alcanzar el objetivo de la agricultura sustentable: un modo de agricultura que proporciona rendimientos sostenidos a largo plazo, buscando mejorar la eficiencia del sistema agrícola como un ecosistema. De ahí que la investigación agrícola no se debe orientar únicamente a tener altos rendimientos, sino también considerar el tema de la estabilidad ecológica y la equidad social (Altieri, 1994).

5.1.1 La participación como metodología agroecológica

La generación de graves problemas de origen social, económico y ecológico como consecuencia de la implementación de la agricultura industrializada en el primer mundo y de la revolución verde en el tercero durante este el siglo pasado, ha generado una crítica a los modelos de investigación y transferencia tecnológica hasta ahora vigentes, generando un debate sobre un nuevo paradigma para la investigación agrícola y la extensión (Hagmann, 2004) el cual aborda un enfoque metodológico con cambios principalmente en la valorización de la diversidad local y en los procesos y modos de aprendizaje (Chambers, 1994).

Uno de los principales componentes de esta nueva propuesta metodológica es por ende la toma de decisión de los pobladores rurales en sus propios procesos de desarrollo. Se han desarrollado nuevos conceptos; entre estos, encontramos el concepto de “desarrollo tecnológico participativo”, que valora las capacidades de experimentación e innovación de los agricultores”. Los modelos de investigación y transferencia tecnológica que consideran la participación comunitaria, son de crucial importancia en la implementación de los conceptos de la planeación de uso de tierras y el manejo de los recursos naturales.

El enfoque agroecológico pretende rescatar las formas de conocimiento distinto al científico convencional que tiende a excluirlo a los espacios de la mitología y la superstición y revalorizarlo, consciente de que el conocimiento local, campesino e indígena que reside en los grupos locales,

adecuadamente potenciado puede encarar la crisis de modernidad, al poseer el control de su propia reproducción social y ecológica.

Varios autores coinciden que dentro de la corriente metodológica agroecológica la importancia de la dimensión humana es común a todos los conceptos y herramientas recientes para el manejo de recursos naturales. Los aspectos de negociación y de interacción social parecen ser muy importantes también dentro de los términos de la discusión sobre la sustentabilidad (Hagmann, 2004). La UNICEF (1992), como parte del Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable, manifiesta la necesidad de integrar el tema del ambiente y el desarrollo a todos los niveles de toma de decisiones, reconociendo que el manejo de los recursos naturales es influenciado por factores sociales, políticos y económicos; siendo importante la participación de todos los grupos sociales en el diseño e implementación de un marco político que provee incentivos para la agricultura sustentable (Hagmann, 2004).

En el marco de una perspectiva constructivista, al conocimiento ya no se le considera la proyección de una realidad inherente, sino una construcción como resultado de un proceso de aprendizaje colectivo. El término transferencia del conocimiento es engañoso, ya que el conocimiento es una construcción social, la cual no se puede transferir neutralmente como información. En el camino de la extensión agrícola participativa, el entendimiento de ésta como un proceso de aprendizaje en conjunto, parece ser un concepto con un gran potencial. El gran reto para el cambio de paradigma es el cambio de actitud de los actores individuales (Hagmann, 2004).

En los procesos de aprendizaje, la materia prima es la acción y la reflexión, tanto para la gente local como para los investigadores, sin olvidar que la gente local es la que finalmente debe tomar las decisiones importantes sobre las directrices de sus vidas. El papel de los agentes externos está definido y limitado a la facilitación (Hagmann, 2004). Pero sí, el rol del agroecólogo según Sevilla (1999) consiste en implicarse en las luchas políticas y éticas de los grupos locales que buscan mantener sus recursos junto con su identidad.

El proceso de aprendizaje se basa en el potencial de aprender haciendo dentro de un ciclo de acción y reflexión. Es importante contar con una metodología definida y un proceso de aprendizaje sistemático, perspectivas múltiples, proceso de aprendizaje en grupo, especificidad al contexto, y la participación de los expertos y las partes interesadas (Hagmann, 2004)

El acercamiento a los agricultores de bajos recursos, a través de grupos interdisciplinarios, permite ir comprendiendo que los objetivos de los campesinos pueden ser distintos al de los investigadores, puesto que los objetivos del campesino se centran en la minimización del riesgo y en la garantía del consumo, manifestando en estos, propiedades del ecosistema como la estabilidad y sostenibilidad (Guzmán, 1998; Chambers, 1994).

Siendo la meta del aprendizaje la construcción de un consenso colectivo al interior de la sociedad local mediante un proceso participativo a largo plazo, dentro del cual se reconocen los múltiples y

complejos objetivos de los individuos, y donde son inherentes el derecho a la diversidad y la especificidad de las soluciones (Hagmann, 2004), así como también incrementar la capacidad colectiva de auto organización, la auto confianza, para la gestión y negociación con las instituciones y autoridades locales. La gestión conjunta o cogestión es

una participación plural en la gestión de los recursos naturales, basada en el aprendizaje recíproco y la negociación entre intereses y preocupaciones diferentes, incluyendo aquellos de los expertos técnicos y autoridades normativas (Paré et al., 2012, p. 32).

Existe una gran cantidad de propuestas metodológicas participativas, por lo que surgieron distintas denominaciones para este movimiento: "Farming systems research" (Dixon et al., 2001), "On-farm research", "Cropping systems research", "Farmer-back-to-farmer", "On-farm client-oriented research" llamado también: "El campesino primero y último" (Guzmán et al., 1998). "Evaluación rural participativa" (ERP) y "Evaluación rural rápida" (Chambers, 1994), "El desarrollo participativo de tecnología" (DPT), y la "Investigación-Acción-Participativa" (IAP).

Guzmán et al. (1998) señalan que de manera general, las propuestas metodológicas, que han tenido un mayor impacto en la investigación agrícola a partir de los años setenta, han ido incorporando de forma paulatina tres elementos clave: el holismo (como enfoque integrador de los aspectos sociales, económicos y culturales que enmarcan la actividad agraria); la sustentabilidad (como preocupación medioambiental por los mecanismos de renovación de los recursos naturales); y el desarrollo rural (como contexto global en el cual insertar la actividad agrícola).

Sobre estos tres elementos, cada metodología va a conceder mayor o menor importancia, en función de sus objetivos últimos; es, sin embargo común a todas ellas, la participación del agricultor y las siguientes etapas de actuación: La primera fase se centra en el análisis y diagnóstico de los problemas y de las prácticas del agricultor, realizado por un equipo multidisciplinar. La segunda etapa es la planificación experimental e investigación en la finca con el agricultor, en la que éste aporta sus opiniones y, por último la fase de evaluación por adopción de los agricultores (Tripp, 1991, Chambers y Ghildyal, 1985, Chambers, 1991, citado por Guzmán et al., 2013).

Guzmán et al. (1998) hacen énfasis en que para la selección de la metodología a utilizar es importante conocer sus aportaciones y limitaciones. Por ejemplo, la metodología "Farming systems research" es capaz de generar un cuerpo metodológico para desarrollar y transferir manejos o tecnologías adaptadas a las condiciones de bajos insumos con un costo relativamente bajo, sin embargo presenta tres sesgos importantes: 1) uno temporal; 2) considera únicamente los aspectos técnicos del conocimiento (no culturales ni sociales); y 3) el concepto de participación se da de forma unilateral (el flujo de información se da del agricultor hacia el investigador).

El "Desarrollo participativo de tecnología" está basado en la participación y el empoderamiento interactivos, en el conocimiento indígena (sabiduría) y en las instituciones y organizaciones locales.

Este proceso puede ser iniciado por agentes externos, aunque su función debe ser la de facilitar un proceso perteneciente a la comunidad y no la de manejar un desarrollo donde la población rural es tan sólo un participante. A través del proceso de aprendizaje, basado en la experimentación y el intercambio de resultados entre los agricultores, el papel de la extensión deja de ser el de una transferencia de conocimiento, para ser el de una facilitación de la experimentación conducida por los agricultores y un intercambio de conocimiento entre los mismos (Sevilla, 1999).

Debemos ser muy cuidadosos y no considerar la participación como sólo una técnica de investigación donde se forman grupos de discusión, sino que el diseño participativo del sistema involucra un proceso de aprendizaje que requiere una adaptación continua, lo cual requiere de una metodología diversa con una trayectoria participativa (Cardoso et al., 2001), en la cual no se excluye a metodologías y protocolos de la investigación científica convencional, sino que su objetivo es tender puentes entre conocimiento local y el científico, para poder construir alternativas factibles desde un punto de vista técnico y social (Paré et al., 2012). Para lograr lo anterior, es necesaria la exigencia de un cambio de actitud del investigador hacia el productor, permitiendo así una relación horizontal de intercambio de conocimientos y no hacer dependiente al agricultor del investigador, ni convertirlo en objeto de estudio, ni que el investigador tome el control sobre el “como” y el “qué hacer”.

Durand (2006 citado por Paré et al., 2012, p. 43) define la participación social como

el esfuerzo organizado de las comunidades locales por incrementar el control sobre sus recursos y la capacidad de sus instituciones para regular el accesos a los mismos; por lo que la participación social en la planeación requiere conocer las estrategias locales y construir la nueva propuesta regional a partir de la definición de reglas y compromisos entre diversos actores sociales.

La investigación-acción se remonta a propuestas y prácticas de Paulo Freire y Orlando Fals Borda en América Latina desde la década de 1960. Con este enfoque

cuando la gente poco a poco va sintiéndose parte del proceso de investigación, se tiende a romper la dicotomía entre sujeto y objeto. El resultado es intersubjetivo y negociado, no hay una "realidad" o "verdad". Este enfoque dialogante da lugar no simplemente a una pluralidad de visiones, sino que permite impulsar acciones y procesos, alternativos al discurso dominante (Paré et al., 2012, p. 46).

El enfoque de la metodología participativa “Evaluación Rural Participativa” tiene como origen y paralelos: la investigación participativa activista, el análisis de los agroecosistemas, la antropología aplicada, la investigación de campo sobre los sistemas agrícolas y la evaluación rural rápida. Las diferencias entre la “Evaluación Rural Rápida” y la “Evaluación Rural Participativa” son: en la segunda el modo predominante del investigador es la facilitación y su objetivo es el de empoderar a los actores locales quienes son los que analizan la información, esperando resultados a largo plazo en el desarrollo local sustentable. “La Evaluación Rural Rápida”, es definida por el mismo autor como una metodología que describe métodos y enfoques para permitir, a los actores locales

compartir, mejorar y analizar su conocimiento y condiciones de vida para poder así planificar y actuar (Chambers, 1994).

Los sistemas de conocimiento local, tienen, a diferencia del conocimiento científico, una naturaleza empírica que pertenece a una matriz sociocultural o cosmovisión contraria a la teorización y abstracción de las ciencias (Sevilla, 1999). La Investigación acción participativa (IAP) inició hace casi 40 años, (Guzmán et al., 1998). El término de "investigación-acción" fue acuñado en 1994 por Kurt Lewin, que argumentaba que se podían lograr de forma simultánea avances teóricos y cambios sociales. Hoy existen diferentes perspectivas conceptuales sobre la (IAP). Algunos la definen como un proceso ligado necesariamente a acciones políticas, como generador de teorías y metodologías que guíen la investigación, enfatizando la intervención del intelectual en los procesos comunitarios en términos de la acción comunicativa (Guzmán et al., 1998).

La idea principal de la participación, es que si la gente se involucra es más probable que estén de acuerdo con el desarrollo o proyecto y en consecuencia le apoyen y protejan. El mismo autor aclara que solo la participación interactiva y la auto-movilización se enfocan a la toma de control sobre las decisiones locales, por parte de la población, como una forma de empoderamiento³ (Hagmann, 2004).

La gobernanza según Reyes y Jara 2004, citada por Paré et al. (2012) contempla los mecanismos y procesos a través de los cuales los ciudadanos logran articular sus intereses, ejercer sus derechos legales, cumplir sus deberes, etc., también considerada como

el medio a través del cual la sociedad define sus metas y prioridades y avanza hacia la cooperación ya sea global, regional, nacional o local. Los sistemas de gobernanza se expresan a través de marcos políticos y jurídicos, estrategias y planes de acción (Aguilar e Iza, 2009, citados por Paré et al., 2012, p. 42).

Caporal et al. (2011) apuntan un desafío pedagógico para la integración del ambientalismo en la actividad extensionista y mencionan que son necesarios nuevos modos de aprendizaje y conocimiento mediante métodos participativos. El mismo autor (2011, p. 199) señala que "es importante al hablar de agricultura sustentable la construcción de nuevas relaciones de los seres humanos entre sí, respetando los límites de la naturaleza", de allí la importancia del equipo de trabajo que conforma este proyecto y la importancia de la participación activa e igualitaria de todos los actores involucrados.

³ De acuerdo con Schulz e Israel citado por Hagmann (2004), el empoderamiento como resultado también de los procesos participativos es "una construcción de niveles múltiples que incluye: 1) poder personal, que incorpora al concepto de auto eficacia y al de desarrollo de habilidad individual básica, 2) poder social, o la habilidad de influenciar a otros, y 3) poder político, o la habilidad de influenciar el destino de los recursos sociales y económicos.

Caporal et al. (2011) señalan también que el conocimiento de los agroecosistemas y el desarrollo de nuevas alternativas específicas para cada agricultor requiere de tiempo por parte del facilitador, lo cual no es compatible con la búsqueda de resultados a corto plazo. Comprendiendo además a la agricultura como un proceso permanente de aprendizaje, donde las prácticas agrícolas de diferentes grupos sociales se ven afectadas por la historia, la economía, la tecnología y la ciencia, así como por los mitos, las creencias y los conocimientos que influyen en la relación entre la naturaleza y la cultura (Caporal et al., 2009).

De tal forma que en los tres momentos de la metodología, que Caporal et al. (2011) mencionan como la planeación, el acompañamiento y la evaluación, las tareas se deben realizar en conjunto por técnicos y agricultores, considerando las condiciones locales y adoptando perspectivas a mediano y largo plazo, y solo así se hace efectiva la participación.

Como indica Bru et al. (s/f) la participación de los distintos actores involucrados, permite introducir las diferentes perspectivas para la planificación, orientación y gestión de la investigación, involucrando e invitando a participar a diversos actores sociales durante todo el proceso de la investigación (Paré et al., 2012).

Si el fin de nuestra investigación es incidir únicamente en el cambio tecnológico que implique la sustitución de insumos de síntesis por otros de origen orgánico o, en el mejor de los casos diseñar propuestas de manejo menos degradadoras de los recursos naturales, entonces la metodología adecuada es el Farming systems research (Guzmán et al., 1998). Si por el contrario pretendemos colaborar en el desarrollo de una agricultura que además de ecológicamente sana y económicamente rentable, sea socialmente justa y culturalmente aceptable (condiciones necesarias para la sustentabilidad), entonces la decisión metodológica no puede ser otra que la Investigación acción participativa (IAP), ya que al incidir sólo en el sistema tecnológico, no implica necesariamente la modificación de las condiciones estructurales que limitan el desarrollo (Guzmán et al., 1998).

Para este estudio nos basamos en la IPA como metodología participativa, dado que esta reúne varias características importantes para el desarrollo del trabajo como son el mapeo, herramienta concreta de la IAP que nos brinda una radiografía de la comunidad y nos permite definir el grupo motor (GIAP), el cual participará de principio a fin de la investigación; la metodología del estudio se construirá de forma conjunta con el GIAP; el papel del investigador será el de facilitador y catalizador; se valorizará el conocimiento local y la praxis como pedagogía de aprendizaje; entre otras (Villasante, 2014). Lo anterior con la finalidad de lograr cambios en la realidad social de las comunidades donde se realiza a través del incremento de poder (Balcazar, 2003). El mismo autor al respecto señala que los resultados de la IAP dependerán de las metas fijadas, los recursos y la efectividad de las decisiones tomadas. El mismo autor clasifica a las IAP en tres niveles (bajo, medio y alto), determinado por el grado de participación de los distintos actores y supone que estos niveles se van dando en proceso paulatino.

5.2 La agroforestería

La creciente toma de conciencia a nivel mundial sobre la problemática de la degradación de los suelos y pérdida de la diversidad de los recursos biológicos ha generado la búsqueda de prototipos de sistemas de uso de la tierra que contribuyan a la rehabilitación de áreas degradadas, al mantenimiento de una productividad sostenida, la mitigación de la deforestación, el aprovechamiento de los recursos biológicos y el alivio de la pobreza. Diversos sistemas productivos alternativos como arreglos agroforestales y silvopastoriles, los cuales integran el componente arbóreo, agrícola, herbáceo y animal, empiezan a ocupar un lugar predominante en las alternativas productivas agroecológicas.

La agroforestería es un modelo de agricultura agroecológica (Gliessman, 2002), Somarriba (1992, p. 234) la define como "una forma de uso de la tierra donde especies maderables perennes interactúan biológica y/o económicamente en la misma área con cultivos y/o animales". La agroforestería se ha considerado como una de las alternativas para frenar la creciente presión que se ha ejercido sobre el suelo en muchos lugares del trópico (Figueroa, 2009).

Somarriba (1992) realizó un análisis sobre la definición del término agroforestería desde sus orígenes conceptuales, momento en el cual varios autores presentaron definiciones sobre los atributos deseados en los sistemas agroforestales y posteriormente se ha intentado dar una definición más realista a partir de las primeras experiencias agroforestales registradas. La misma autora señala que la agroforestería es una forma de

múltiples cultivos bajo los cuales las siguientes condiciones fundamentales son conocidas: 1) existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente, 2) por lo menos una de las especies de plantas es maderable perenne, 3) al menos una de las especies de plantas es manejada para forraje anual o un cultivo de producción perene (Somarriba, 1992, p. 233)

debiendo también de haber una interacción ecológica y económica importante entre los componentes leñosos y no leñosos.

Para analizar un sistema agroforestal se debe conocer la interacción entre los distintos elementos (Torquebiau, 1990). Se dice que la interacción es complementaria si la presencia de un componente aumenta el rendimiento de la otra, neutral si una no tiene efecto sobre la otra y competitiva si la presencia de una reduce el rendimiento de la otra. El objetivo de la agroforestería es identificar las interacciones positivas y maximizarlas, y reducir las negativas. Las principales interacciones ecológicas se dan entre factores como: la luz, la temperatura, la humedad, el viento, el suelo (materia orgánica, nutrientes, erosión), los recursos biológicos (plantas y animales); y el espacio disponible para el crecimiento (Torquebiau, 1990).

La asociación de árboles con otros componentes agrícolas otorga muchos beneficios que ayudan a resolver algunos de los problemas principales que ocurren en los trópicos (Torquebiau 1990) y que

son la base para una agricultura sustentable: manteniendo la fertilidad del suelo, b) controlando la erosión de las zonas escarpadas, y c) combatiendo la lucha contra la desertificación en las zonas de pastoreo extensivo; además de aumentar la diversidad biológica del agroecosistema creando los árboles en sus ramas, en sus raíces y en la hojarasca, hogares para otros organismos (Beer et al., 2004). A estos beneficios se le conoce como servicios ambientales

en cuyo significado se reconoce explícitamente la existencia de interacciones entre los organismos y las condiciones abióticas, enfatizando en el hecho que las sociedades humanas se benefician de los resultados o productos de dichas interacciones. Denotando un vínculo entre las condiciones y funcionamiento de los ecosistemas con el bienestar humano (Pérez, 2001 citado por Paré et al., 2012, p. 36).

Aunado a lo anterior, la integración de árboles a los agroecosistemas, genera una variedad de productos que son de subsistencia y también para la generación de ingresos que ayuda a los agricultores a satisfacer sus necesidades básicas y minimizar el riesgo del fracaso total del sistema de producción que puede darse más fácilmente en un mono cultivo.

En agroforestería, se considera que un árbol es de usos múltiples si desempeña varias funciones en el sistema de producción, combinando producción con la producción de madera, forraje, fruta, abono verde o principios activos para la medicina y servicios tales como sombra, control en la erosión y conservación del suelo, incorporación de materia orgánica al suelo, mejora la infiltración del agua, fija el nitrógeno atmosférico, como cerco vivo, como rompe viento, como microhábitat para otros organismos. Musálem (2001) menciona que se les considera árboles de usos múltiples a aquellos que se cultivan, conservan o se manipulan para más de un uso (ya sea de producción o como servicio ambiental), esto es: que además de los productos y servicios esperados (como madera, influencias microclimáticas, mejoramiento del suelo, y adición de materia orgánica), proporciona productos y servicios adicionales tales como fijación de nitrógeno, forraje, productos comestibles para humanos, gomas, fibras y productos alimenticios.

La integración de árboles a los agroecosistemas puede también desempeñar una función importante en la conservación de la biodiversidad, generando hábitats y recursos para las especies de animales y plantas; manteniendo la conexión del paisaje (CCAD, 2002; Muñoz-Pedrero, 2004); disminuyendo los efectos colindantes sobre los fragmentos restantes de bosque como zonas de amortiguación a las zonas protegidas. La presencia de árboles aumenta la población de especies de vida silvestre y contribuye a la conservación de la biodiversidad, ya que los árboles son el hogar o sostén de una diversa fauna y avifauna.

Benzing (2001) reconoce que los beneficios de la presencia de árboles en el agroecosistema se pueden dividir en tres grupos: la producción de bienes de utilidad inmediata, el mejoramiento de las condiciones ecológicas de la unidad productiva y los efectos ambientales que van más allá de lo local. Por lo anterior Gliessman (2002, p. 262) señala que "los árboles tienen la capacidad de alterar drásticamente las condiciones del ecosistema del que forman parte." El mismo autor

menciona que el arreglo de los sistemas agroforestales deberá ser dependiendo de las necesidades del agricultor, la naturaleza del agroecosistema y de las condiciones ambientales y económicas locales,

Un diagnóstico sobre los beneficios económicos de sistemas agroforestales para pequeños productores en Centroamérica y el Caribe, y concluyó que en la gran mayoría de los casos su rentabilidad por hectárea es mayor que la de monocultivos anuales y que en promedio los agricultores ganan más por jornal que empleándose como trabajadores asalariados (Benzing, 2001). Duguma (2013) enfatiza que las prácticas agroforestales tienen una significativa y positiva contribución para el campesino, más atractiva que con la siembra anual de un monocultivo, requiriendo menor inversión y generando un mayor ingreso.

5.2.1 El desarrollo de la agroforestería en México

En nuestro país la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) define a la agroforestería como una ciencia compleja, que utiliza una serie de técnicas que combinan la agronomía, la silvicultura y la zootecnia para lograr un adecuado manejo del conjunto y las interdependencias entre cada uno de sus elementos del sistema agroforestal (CONAFOR, 2007). "Los sistemas agroforestales combinan el uso de la tierra con especies leñosas, agrícolas y/o animales. Esto con la finalidad de diversificar la producción, optimizándola de manera sostenida" (CONAFOR, 2011, p. 6).

En este contexto, los sistemas agroforestales son una alternativa productiva que satisface las necesidades básicas de la población, representa un ingreso en el mediano y largo plazo y coadyuva a mejorar las condiciones de los recursos forestales. Además, se ha estimado que por cada hectárea trabajada con esta tecnología agroforestal, se salvan de 5 a 10 hectáreas de selva (Bandy et al., 1994), ya que en muchos casos estos sistemas agroforestales pueden servir como corredores biológicos⁴; sin embargo, los sistemas agroforestales sólo pueden ser viables si se contemplan como parte del conjunto de sistemas que maneja la familia campesina. Por todo lo mencionado anteriormente surge la necesidad de transferir los conocimientos y tecnologías de los sistemas en cuestión para promover la tecnología en las comunidades de la región (CONAFOR, 2011, p. 7).

Como señala Figueroa (2009), en casi todos los sistemas agrícolas tradicionales (incluyendo los ganaderos), se encuentran árboles intercalados con cultivos o manejados en una forma zonal alternando árboles y cultivos y/o pastos; es decir son sistemas agroforestales, aún con la modernización de la agricultura de la región. Los paisajes agrícolas contienen un alto número de árboles, lo cual Benzing (2001) reconoce como una forma sistema agroforestal. Combe (1982)

⁴ Un corredor biológico es "un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos evolutivos, en un intento de restaurar o mantener la conectividad⁴ natural del paisaje" (CCDA, 2002, p. 14).

menciona que el agricultor de las zonas tropicales es un agroforestal y que es posible tomar ventaja de su experiencia, para aumentar la producción de los cultivos tropicales.

Existen muchas variaciones dentro de las prácticas agroforestales y, dado que en la zona de estudio la actividad predominante es la ganadería extensiva, abordaremos a continuación los sistemas agrosilvopastoriles.

5.2.2 Los sistemas agrosilvopastoriles

La lucha contra la deforestación, así como la plantación de árboles en muchas regiones del mundo, es prioritaria en la agenda ambiental, aún más que el uso de fertilizantes o plaguicidas químicos (Benzing, 2001). La expansión de las pasturas es responsable de las 2/3 partes de la pérdida de la cubierta forestal en Latino América (Meirelles et al., 2012). En varios países latinoamericanos la deforestación y quema de bosque son los factores que más contribuyen a la producción de gases invernadero (Benzing, 2001), aún en un país como México, donde la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca contribuyen apenas con un 7% al producto interno bruto (Benzing, 2001). Es por ello que un sistema agroforestal establecido en pastizales tiene un gran potencial para contribuir a la reforestación mundial.

Los sistemas agroforestales pueden tomar muchas formas y modelos. Se han desarrollado criterios para su clasificación de acuerdo con el arreglo temporal y espacial de sus componentes, la importancia y rol de estos componentes, los objetivos de la producción del sistema y el escenario económico social. Dependiendo del arreglo de los tres principales componentes agroforestales: plantas leñosas perenes (árboles), cultivos agrícolas y animales (pastizales), se clasifican de manera general en sistema agrosilvícola, silvopastoril y agrosilvopastoril.

Trujillo (2009) señala que existen distintos arreglos forestales asociadas a la ganadería, entre los que destacan los árboles aislados y dispersos, las cercas vivas, las plantaciones forestales, las barreras rompevientos y el cultivo en callejones, siendo las más empleadas las cortinas rompevientos y los cercos vivos (Avendaño et al., 2000; Benzing, 2001).

Los animales de pastoreo afectan muchas veces de manera directa e indirecta los intentos de plantar árboles. Es un gran reto encontrar formas técnica y económicamente viables y socialmente aceptadas para integrar el pastoreo y la siembra de árboles. Naturalmente, la mejor situación es aquella donde los árboles mejoran las condiciones para la crianza de animales sin competir con éstos por el espacio (Benzing, 2001). Sin embargo, varios estudios indican que debido a que las gramíneas tienen un sistema radicular competitivo, los efectos negativos de los árboles sobre los pastos son mínimos, sobre todo árboles fijadores de nitrógeno en medio de pasturas pueden incrementar la productividad y/o calidad de las gramíneas asociadas. En los sistemas silvopastoriles, la relación entre agricultores y árboles no es libre de conflictos (Sabogal et al.,

2013), pero sistemas agroforestales bien diseñados pueden ayudar a que lo ecológicamente necesario se vuelva a su vez económicamente atractivo para los agricultores.

La presencia de árboles implica no solamente beneficios, sino también problemas y conflictos, tales como la competencia por nutrientes, luz y agua, el aumento de la evapotranspiración, o en algunos casos un incremento de trabajo. La actividad silvopastoril se enfoca en optimizar la producción pecuaria, las oportunidades para la finca, en mejorar la calidad de alimento y a la vez, generar un ingreso adicional a la finca con el producto forestal. Con el sistema silvopastoril se logra el control de malezas (Figueroa, 2009).

La evaluación de 29 ensayos en diferentes condiciones ecológicas respecto al rendimiento del cultivo en callejones. Los casos donde el cultivo en callejones fue menos productivo que el cultivo sólo, se ubica en su mayoría en áreas con menos de 1500 mm de precipitación anual (Benzing, 2001), precipitaciones inferiores a la zona de estudio. El mismo autor demuestra que la inoculación de árboles fijadores de nitrógeno con micorrizas eficientes puede incrementar su capacidad de asimilación de agua y nutrientes a tal punto que compensa la falta de agua en épocas de sequía.

En cuanto a la luz, los árboles compiten con las plantas anuales por la radiación solar. Cuando los objetivos de control de erosión o del viento no imponen otra cosa, es mejor plantar las filas de árboles en sentido de norte a sur y no de este a oeste. Los agricultores de Nepal reconocen al menos seis características que influyen en la intensidad de la sombra producida por un árbol: tamaño, textura, inclinación de las hojas, diámetro y densidad de la copa y altura del árbol (Benzing, 2001).

Trujillo (2009) hace referencia a un caso exitoso de reforestación en Colombia, en donde el modelo de silvopastoreo (combinación de pastos y una baja densidad de plantación de árboles de madera para fines comerciales) se ha convertido en una opción productiva para los ganaderos, debido a los beneficios que ofrece el sistema, en materia ambiental, en cuanto a la mejora en la producción de carne y en la rentabilidad por la venta de productos alternos. También define el concepto y las bondades del sistema silvopastoril para estimular una actividad forestal y productiva eficiente que no compite con la actividad principal que es la ganadería y que por el contrario complementa y mejora la producción, a la vez que genera un ingreso adicional por unidad de área.

En Colombia, los sistemas silvopastoriles con macadamia, son promovidos por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Trujillo, 2009), el Ministerio ofrece un estímulo económico para la plantación de árboles y arbustos forrajeros, mediante el programa Incentivo a la Capitalización Rural, para pequeños, medianos y grandes productores, incluyendo a la macadamia como una de las especies formadoras del sistema silvopastoril.

Trujillo (2009) presenta de manera muy clara como establecer un sistema silvopastoril, desde la selección de especies, la preparación del terreno, el trazado y la marcación, el ahoyado, la cantidad de árboles y el proceso de plantación; comenta que es un proceso relativamente sencillo

con muchas posibilidades, ya que existen modelos que van desde pequeños grupos de árboles hasta plantaciones en líneas.

Algunos de los puntos se deben de tomar en cuenta para el manejo de sistemas silvopastoriles son (Figuroa, 2009):

a.- si los animales se encuentran en una plantación de frutales, se debe de cuidar que no dañen la cosecha.

b.- si se siembra una pastura en la plantación, la sombra puede reducir la tasa de crecimiento del pasto.

c.- los efectos de alelopatía o de un cambio de pH del suelo puede afectar el crecimiento de las pasturas.

d.- los animales pueden defoliar o dañar a los árboles de la plantación si esta no se maneja con cuidado. Benzing (2001) recomienda antes de permitir el pastoreo, realizar una poda de las ramas inferiores, hasta aproximadamente 30% de la altura del árbol.

Schorth et al. (2000) comentan que son muy pocos los estudios sistemáticos sobre las interacciones entre agroforestería, parásitos y enfermedades y que para reducir el riesgo de introducir parásitos y enfermedades no se da automáticamente al integrar árboles al sistema; para reducir el riesgo de introducir parásitos y enfermedades es recomendable evaluar el rango de hábitats y condiciones favorables para los parásitos y enfermedades del elemento a introducir.

El mismo autor señala que se ha demostrado, que

las prácticas silvopastoriles tienen una incidencia positiva directamente sobre el desarrollo y calidad del ganado, en la medida que la sombra generada por los árboles reduce la carga calórica absorbida por los animales, favorece la disminución de su temperatura rectal y mejora su frecuencia respiratoria; esto producto de la disminución en la temperatura del terreno, de dos a tres grados centígrados, por la disipación del calor por evaporación (Trujillo, 2009, p. 3).

Paralelamente esta situación permite la producción de mejores pastos, gracias a una mejor retención de agua, entre otros factores. Como consecuencia el sistema mejora la calidad de alimento para el ganado, aumentado la producción de leche y conservando valores altos de proteína en invierno, respecto a cuándo los pastos sometidos a exposición solar total.

Los sistemas agrosilvopastoriles han demostrado ser alternativas viables para contribuir al desarrollo de sistemas agroecológicos en los cuales la integración de elementos leñosos en el pastizal contribuye a mejorar las condiciones ambientales, económicas y sociales de los ganaderos.

5.3 Cultivo del género *Macadamia* en México

5.3.1 Taxonomía

El género *Macadamia* spp. pertenece a la familia Proteacea representada por 75 géneros y más de 1000 especies ubicadas en regiones tropicales del hemisferio sur del Viejo Mundo, especialmente en la parte austral de África y Australia (Calderón, 2006 y Nee 1988). La taxonomía de la macadamia se ha confundido casi desde la primera descripción hecha por el Von Mueller, en 1857. Se han realizado muchas revisiones y hasta el día de hoy se acepta la de Smith (1956), que se basa en el trabajo de Johnson en 1954 (Cull, 1983). El género *Macadamia* pertenece a la serie Foliculares y tribu Grevilleae, la cual incluye reconocidas plantas ornamentales nativas de Australia: *Grevillea*, *Hakea* y *Buckinghamia*. Hay siete especies australianas de macadamia que entran dentro de los siguientes grupos intragenéricos: *M. integrifolia*, *M. tetraphylla*, *M. ternifolia*; *M. whelani*, *M. hildebrandii*, *M. praealta*, *M. heyana.*, *M. rousellii*, *M. vieillardii*, y *M. francii*. De estas especies, sólo *M. integrifolia* y *M. tetraphylla* se consideran comestibles; sobre estas podemos claramente identificarlas por su taxonomía (Kermond et al., 1996). Otras tres nueces comestibles pertenecen a esta familia: el avellano chileno, (*Gevuina avellana*), la nuez de helicia, (*Helicia diversifolia*) y la nuez rosa, (*Hicksbeachia pinnatifolia*.)

5.3.2 Estructura del árbol

Los árboles son grandes y extensos, llegando a medir de 15 a 18 m de altura. Existen tipos más erguidos que se seleccionan por su aptitud para plantaciones más cerradas. La corteza es rugosa, café y rojo oscuro cuando se corta. Las ramillas son cilíndricas y están recubiertas con pequeñas lenticelas. El crecimiento en el árbol maduro ocurre en dos rebrotes anuales, un rebrote a mitad de verano y uno en primavera. El último rebrote se asocia con o sigue a la floración. En árboles jóvenes pueden ocurrir cuatro rebrotes. La elongación puede ser de 300 a 500 mm, está compuesto de 7 a 10 nudos y está definido en su base por un nudo sin hojas. Esto está formado a partir de hojas rudimentarias de la punta del rebrote anterior, las cuales no se expanden con el rebrote nuevo. Cada nudo tiene tres hojas (cuatro en *M. tetraphylla*) y en la axila de cada hoja hay tres yemas dispuestas longitudinalmente.

Por lo general, sólo las yemas superiores emergen, las cuales pueden dar ramas con ángulos pronunciadamente puntiagudos respecto del tronco. De este modo, las horquetas formadas pueden ser débiles y romperse. La segunda yema formará un buen ángulo y la tercera puede estar en un ángulo recto. Si la primera yema se aleja de una yema sin hojas, entonces el ángulo será más amplio y mejor. La ramificación lateral no necesariamente ocurre en cada rebrote. Si se quita una punta en crecimiento, el nudo más alto rebrotará. Si este nudo tiene hojas, los brotes estarán erguidos y se puede seleccionar uno para ser una buena guía. Donde no tenga hojas, el brote puede tener ángulos y el árbol puede perder su simetría. La macadamia tiene raíces proteoides. Malcolm y Trochoulis (1979 citados por Cull, 1983) las describen como racimos de raicillas en

hileras bien definidas alrededor del eje de la raíz madre. La función principal de las raíces proteoides parece ser la de incrementar el área de la superficie del sistema de raíces para una máxima absorción, pero se ha encontrado que la tierra trasladada de árboles bien establecidos promoverá el desarrollo de estas raíces en plantas de vivero.

5.3.3 Las Flores

Las flores se encuentran sobre racimos delgados que surgen de las axilas de las hojas o de las cicatrices de hojas caídas. Se pueden encontrar en crecimiento nuevo, si está maduro, pero más a menudo en los dos o tres crecimientos de temporada que preceden a los rebrotes madurados más recientemente. El racimo es colgante, de 100 a 300 mm de largo y contiene de 100 a 300 flores. Se han registrado hasta 500. Las flores se encuentran en grupos de 2, 3 ó 4, sobre peciolos de 3 a 4 mm de largo en las axilas de brácteas diminutas dispuestas a intervalos regulares a lo largo del raquis del racimo.

Las flores, de alrededor de 12 mm de largo, son perfectas, pero están incompletas en cuanto a que no tienen pétalos, sino cuatro sépalos petaloides, los que forman el tubo del perianto. Dentro del perianto, en el centro de la flor, se encuentra el único ovario superior carpelar. El ovario contiene dos óvulos de los cuales normalmente sólo se forma uno. Cuando se forman los dos, se desarrollan "gemelos" o medias nueces que son inadecuadas comercialmente. La longitud total del estilo y el ovario es de alrededor de 7 mm y existe una superficie estigmática muy pequeña. Cuatro estambres períginos, cada uno con dos sacos de antera de alrededor de 2 mm de largo, se adhieren a aproximadamente dos tercios de la distancia ascendente del tubo floral. Las anteras describen una curva sobre la punta del estilo y los ocho lóculos internos son presionados contra las paredes externas del botón estilar. El estilo comienza a crecer y doblarse 6 días antes de la antesis. Después de 3 días, empuja su parte central entre los sépalos. Dos días después, las anteras comienzan a soltar polen sobre el estilo. Cerca de la antesis, los sépalos se enroscan hacia atrás y las anteras se separan del estilo, dejando cuatro terrones de polen en la punta. Durante todo este tiempo, el estilo crece y se dobla y en la antesis se abre camino a través de los sépalos para liberarse de las anteras y proceder a enderezarse. La antesis ocurre durante el día principalmente por la tarde. La floración es basípeta, dirigiéndose hacia abajo del racimo por un periodo de 1 a 5 días.

La autopolinización es evidentemente muy activa, pero Urata (1954) ha mostrado que el estilo generalmente no es receptivo durante 24 horas después de la polinización. La germinación del polen se retrasa durante este tiempo. También mostró que las variedades cambian de ser totalmente auto compatibles a ser casi auto estériles. Debido a la posible pérdida de polen por lluvia y el factor de auto esterilidad, la polinización cruzada es muy importante en este cultivo. Se cree que el viento tiene poca importancia y son en cambio las abejas quienes se consideran los principales agentes polinizadores. La polinización cruzada realizada a mano ha demostrado un incremento en la calidad de la nuez.

Generalmente se plantan múltiples variedades a manera de hileras, junto con la introducción poblaciones de abejas, para asegurar una mayor producción. La mayoría de las flores caen en los 10 a 15 días después de la antesis. El resto, tienen los ovarios fertilizados y agrandados. Una caída constante de esta fruta joven se extiende de 45 a 60 días después de la antesis. La pérdida de nueces en esta etapa y su causa es uno de los principales asuntos de investigación enfocados en el aumento de la productividad.

5.3.4 La fruta

La fruta madura es un folículo verde, globoso y ligeramente oblicuo, de 25 mm o más de diámetro. El pericarpio verde externo es de alrededor de 3 mm de grueso y de construcción fibrosa, se abre a lo largo de la sutura ventral cuando está maduro, exponiendo la nuez. La nuez es una verdadera semilla, con tegumento, hilio y micrópilo; éste último puede estar abierto o cerrado. El tegumento, o testa, tiene de 2 a 5 mm de grosor y puede variar de ser muy duro a quebradizo. Encierra la semilla o embrión, el cual consta de dos cotiledóneas grandes y una plúmula y radícula diminuta. En el caso de las variedades seleccionadas para la presente investigación, la testa es dura lo que impide que el ganado la pueda romper y comer.

La composición nutricional de la macadamia ha sido estudiada por muchos autores, demostrando que es un fruto altamente nutritivo: 73% de aceite incluyendo grasas insaturadas; 6% de azúcares; 9% de proteína, vitaminas y fibras, aportando hasta 500 kilocalorías en 100 gr (anexo 1). Estas características nutritivas, la convierten en un cultivo muy atractivo para complementar la dieta de la población rural.

El trabajo de Jones y Shaw en 1943, acerca del desarrollo de la nuez mostró que la concha y la cáscara se desarrollan temprano. Al inicio el saco del embrión contiene un endosperma gelatinoso. La concha es dura durante 111 días. El embrión crece poco antes de los 90 días con poca acumulación de aceite. A los 140 días, el embrión reemplaza al endosperma. El peso en seco de la semilla, representado principalmente por el aceite, aumenta constantemente durante 90 a 215 días o en el momento que se acerca a la madurez. El setenta por ciento del aceite se forma entre los 90 y los 185 días (44% del periodo de crecimiento) (Cull, 1983). El árbol injertado comienza su producción entre los cuatro y cinco años, la cual va aumentando como se muestra a continuación (tabla 1).

Tabla 1. Estimados de producción de kilogramos de nuez en concha por árbol (MacNut, 2014; Queensland, 2013).

Año	Kg de fruta/árbol
1	0
2	0

3	0
4	0
5	1
6	2
7	4
8	6
10	11
12	13
20	17

5.3.5 Selecciones de macadamia en México

A continuación se presenta una breve descripción sobre las dos variedades de *Macadamia* seleccionadas en México y con mayor difusión: Alberca 527 y Huatusco (Pérez et al., 1998).

- a) Alberca-527 (*M. tetraphylla*). La selección fue hecha en 1974-1975 en Uruapan, Michoacán. Los árboles originales fueron seleccionados en una huerta de 2000 árboles segregantes de la huerta de Nelson Vestree, en Hawái. Este árbol es de crecimiento intermedio, con hojas de borde aserrado; los brotes nuevos son color marrón, las flores son rosadas; de frutos grandes, con pericarpio verde o morado. Utilizada en México como patrón para la producción de planta. Con un 71% de aceite; con un porcentaje de 35.6 de proteína (ocupando el primer lugar en porcentaje de proteína); un diámetro de la concha de 27.8 mm, un espesor de 3.9 y la mayor producción de semillas gemelas.
- b) Huatusco (híbrido de *M. integrifolia* y *M. tetraphylla*): selección hecha en 1987-1989 en la Finca del Ing. Montalvo, en Sabanas, Huatusco, Veracruz. Esta finca se estableció en los años setenta como parte del programa de diversificación productiva en zonas cafetaleras implementado por el INMECAFE. La selección se hizo considerando características de precocidad y rendimiento del árbol entre otras. El árbol es de crecimiento vertical, de ramas cerradas y con frutos de tamaño intermedio. Con un 65.58% de aceite (ocupando el octavo lugar); diámetro de la concha de 26.2 mm y un espesor de 2.1mm y un 17.18% de proteína; sin presencia de nueces gemelas.

Existen en nuestro país, dos trabajos de tesis que analizan la caracterización y evaluación de cultivares de macadamia (tanto selecciones internacionales como selecciones de origen nacional), el trabajo de López et al. (1997) y el Pérez et al. (1998); el último es más amplio y realiza una caracterización de 27 cultivares en relación a las variables de crecimiento, fenología, plagas, producción, y contenido de aceite, en árboles de 8 años de edad. Pérez et al. (1998) por su parte,

describió sobre los cultivares mexicanos las fechas de selección, lugar y características generales de crecimiento.

El análisis de las características antes descritas de los cultivares mexicanos Alberca-527 y Huatusco, nos revelan que al compararlos con los cultivares de mayor difusión y propagación a nivel internacional, son altamente competitivos, principalmente por el contenido de aceite, el cual es una de las características fundamentales que determinan la calidad en la nuez de macadamia (De Villiers et al., 2003; Lee, 1998). El estudio de López et al. (1997) confirma las variedades de macadamia A-527 y Huatusco presentan los porcentajes mayores en contenido de aceites, lo que las convierte en nueces de calidad 1 o Premium, las más cotizadas en el mercado. Sin embargo, no son las especies más precoces, y el alto valor del espesor de su concha le resta rendimiento a la nuez, que recupera con el tamaño de la almendra (superior al estándar internacional). Además este espesor de la concha las convierte en variedades adecuadas para a las zonas cafetaleras que presentan altos niveles de humedad ambiental, pues la cubierta de la semilla sirve de protección al ambiente (Pérez et al., 1998).

5.3.6 El cultivo de macadamia en México

A pesar de que la nuez de macadamia es de origen australiano, el inicio del comercio de la macadamia fue en Hawái. La primer introducción de semillas a Hawái (*M. integrifolia*) fue alrededor de 1885, se plantaron en el valle Nuuanu, en la isla de Oahu; posteriormente "entre 1892 y 1894 el Consejo de Agricultura y Foresta del gobierno hawaiano importó varias especies de árboles con el fin de reforestar el monte Tantalus entre varias otras especies de árboles" (Mosqueda, 1980, p. 3).

Continuando con este proceso, en 1901 se sembraron varias plántulas proveniente de semillas (*M. integrifolia* y *M. tetraphylla*) en la Estación Experimental de Agricultura de Hawái (HAES), donde se evaluaron y monitorearon varias características sobre su crecimiento, producción y calidad, seleccionando variedades altamente productivas (Mc. Conachier, 1980); la mayoría de éstas de la especie de *M. integrifolia*. En 1918 los precios mundiales del café se redujeron drásticamente y la universidad de Hawái distribuyó árboles de macadamia dentro de un programa de diversificación de cultivos y en 1922 se fundó la Hawaiian Macadamia Nut Company, la cual desde 1930 hasta el día de hoy procesa y comercializa a nivel internacional nuez de macadamia. Las variedades seleccionadas en Hawái actualmente se distribuyen por todo el mundo, incluyendo Australia (su país de origen), Brasil, Estados Unidos (California), Costa Rica, Guatemala, México, Israel, Kenia, Malawi, Sudáfrica, Taiwán, Tanzania, Tailandia y Zimbabue (De Villiers, 2003).

De manera muy similar, pero cuarenta años después (entre 1968 y 1969), en México la macadamia fue introducida por el Instituto Mexicano el Café (INMECAFE), como parte de un programa de diversificación de cultivos en zonas cafetaleras, como alternativa también a "una de las peores crisis (frecuentemente recurrentes) de la producción del café, que afectó a 125 millones de

personas con graves consecuencias económicas, sociales y ecológicas" (FAO, 2006 (Contreras et al., 2008, p. 11). Inicialmente se importaron cerca de mil árboles de semilla proveniente de San Diego, California. El germoplasma se distribuyó en algunos estados cafetaleros estableciéndose los huertos de prueba en Guerrero, Jalisco, Nayarit y Veracruz. Entre 1978 y 1979 el INMECAFE realizó otra introducción de cultivares comerciales provenientes de Hawái y California, las cuales se utilizaron para establecer lotes de prueba en Michoacán y Chiapas Robledo et al., 2006). Posteriormente la especie se distribuyó nuevamente en varios estados cafetaleros, entre ellos Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí, Hidalgo, Veracruz, Guerrero, Nayarit, Jalisco, Chiapas y Colima.

Debido a la falta de continuidad que tuvo el programa de diversificación en áreas cafetaleras por parte del INMECAFE, en relación al manejo, procesamiento y comercialización del cultivo, los primeros productores exitosos de macadamia se caracterizaron por ser profesionistas o productores empresariales que han tenido la oportunidad de estar informados o bien de realizar viajes a los países productores. En cuanto al nivel de transformación y comercialización, el mismo autor comenta que es incipiente, dado que los procesos se dan a nivel microindustrial y en forma focalizada. En forma gradual los canales de comercialización se están desarrollando y se incrementa la demanda regional. (Robledo et al., 2006)

"En la región Uruapan, Michoacán, el Sr. Enrique Bautista estableció las primeras huertas de macadamia en 1971, con lo que se inicia la producción comercial de esta especie a nivel nacional. Desarrollando una experiencia exitosa, que incluye la propagación de plantas, el establecimiento de huertas, la transformación y comercialización de productos, además de la difusión entre los consumidores nacionales" (Robledo, et al., 2006).

En los últimos 40 años, el cultivo de macadamia en México se ha extendido a más de 12 estados, encontrando el 95% de la producción en no más de 10 productores en los estados de Veracruz, Puebla, Chiapas y Michoacán; entre estos productores cabe destacar a Finca Kassandra ubicada en el estado de Veracruz y que representa el 80% de las casi 700 hectáreas sembradas de macadamia en México (Quintas, 2011).

Entre los trabajos científicos que se han realizado en nuestro país, destacan: una guía de las características de este cultivo y sus necesidades básicas (Mosqueda, 1980); un diagnóstico de las plantaciones de macadamia en la zona centro del estado de Veracruz, donde se reporta un bajo grado de manejo y a la mayoría de ellas formadas con árboles sin injertar (Osorio, 1991); la caracterización genética de germoplasma de la macadamia (Robledo et al.,2003); así como, trabajos de capacitación para el cultivo de macadamia en comunidades cafetaleras del estado de Veracruz (Robledo et al., 1990; Robledo et al., 1992) y la creación y manejo de un banco de germoplasma de macadamia dentro del Centro Regional de Oriente (CRUO) de la Universidad Autónoma de Chapingo. Entre los trabajos más recientemente publicados están Gutiérrez (2001) y Almaguer (1998) quienes evidencian la falta de registros sistemáticos y la descripción del

comportamiento de la producción de este cultivo en nuestro país. La tesis de maestría de Ruíz (2004) sobre el contenido nutrimental en suelo y follaje, en un agroecosistema de Macadamia en Veracruz.

ASERCA (2000), reconoció al cultivo de la macadamia con un gran futuro potencial en la fruticultura de México, permitiendo la diversificación de cultivos y pudiendo llegar a tener gran valor ecológico en la conservación de suelos, amén de las posibilidades nutricionales que representa para las zonas marginales cuyo cultivo principal es con fines de autoconsumo. El mismo autor, hace hincapié en la necesidad del levantamiento de un censo real, mayores investigaciones y la formación de asociaciones de productores que tanto hacen falta para la integración horizontal y vertical de los procesos productivos.

Dentro de las estrategias de gobierno federal de nuestro país, el programa "Trópico húmedo", manejado por la SAGARPA incluyó por primera vez en el año 2011 al cultivo de la macadamia como uno de los 15 productos del campo seleccionados para su posible apoyo, debido principalmente a su alta demanda en el mercado, entre ellos: el cacao, la vainilla, la pimienta, el hule, la palma de aceite, *Jatropha*, *Stevia* y el café entre otros. Este programa forma parte del "Proyecto estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región sur-sureste de México". En este programa los apoyos son para la producción de planta, el establecimiento y mantenimiento productivo. El apoyo para la producción de planta es el 30% de \$60.00 (precio que ha fijado SAGARPA para la producción de planta); para el establecimiento y mantenimiento pre productivo hasta los cinco años el apoyo es el 30% de \$66,764.00 por hectárea, solicitando al menos 200 plantas por hectárea (ya sea como monocultivo o asociado al café); y para el mantenimiento de plantaciones en producción el apoyo es el 20% de \$11,836.00 (SAGARPA, 2011).

5.3.7 La macadamia como especie amenazada

Mientras en México la macadamia es considerada un cultivo no tradicional o exótico (ASERCA, 2000), en Australia las pocas poblaciones existentes se consideran en peligro de extinción (SAMAC, 2012). Por lo tanto, la Sociedad Australiana de Macadamia (AMS), tiene actualmente un programa de conservación para la macadamia en su ambiente natural, y realiza proyectos que buscan localizar los árboles de macadamia en estado silvestre, y estudiar su ecología y genética. Se estima que desde el asentamiento europeo el 80% de los bosques nativos con macadamia se han perdido, estando la mayoría en parches aislados y de pequeños bosques, debido principalmente a la agricultura, que ha favorecido la degradación del suelo (salinización, acidificación, erosión) por la pérdida de cubierta forestal y uso de agroquímicos, mostrando que sus sistemas de producción no son sustentables (Bird et al., 1992).

Hay cuatro especies de macadamia que son endémicas del bosque del noreste de New South Wales-Southeast Queensland, región costera. El crecimiento de la mancha urbana, la alteración de los regímenes de fuego, junto con el pequeño tamaño de las poblaciones son las principales

amenazas que afectan a las poblaciones de macadamia nativas, aunado a los cambios climáticos y el potencial de contaminación genética de las plantaciones comerciales (Costelo et al., 2000).

Con excepción de *Macadamia jansonii* (que está en la lista de especies en estatus de peligro (EPBC Act) y en el “Acta de Conservación de la Naturaleza de Queensland” (NC Act)), las otras tres especies, incluyendo *Macadamia tetraphylla*, especie que más se cultiva en nuestra zona de estudio, están bajo el estatus de vulnerables en el “Acta de Especies Amenazadas” (TSC Act, 1995, en Costelo, 2000). Esto significa que las cuatro especies de macadamia se encuentran en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la “Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales” (IUCN 1997), no críticamente en peligro, pero si en riesgo de extinción en su hábitat natural en un futuro no muy lejano (Nagao, 2007).

La Asociación Australiana de Macadamia tiene un programa llamado: "Macadamia Conservation Trust". Este programa de conservación se ha formado con el objetivo de registrar y proteger los remanentes de bosques naturales con macadamia, por varios motivos: experimentos de polinización cruzada usando árboles silvestre han producido macadamias de muy alta calidad con un rendimiento del 60% (el doble del rendimiento estándar); tomas biológicas han sido recientemente colectados de árboles silvestres para proveer material utilizable en el desarrollo del control de plagas y enfermedades. Es muy importante preservar este pool genético para los programas de polinización cruzada para mantener y asegurar el potencial productivo y las características de calidad de la macadamia (Costello et al., 2000).

5.4 El género Macadamia como parte de un sistema agroecológico

Musálem (2001) reconoce al árbol de macadamia como un producto forestal no maderable. Armour et al. (1985) y Combe (1982) mencionan al género macadamia como uno de los árboles apropiados para la agroforestería, con gran potencial para el trópico (Armour et al., 1985). Combe (1982) también menciona que la macadamia ha sido utilizada exitosamente en sistemas agroforestales.

Las necesidades agroecológicas de *Macadamia*, la convierten en un cultivo de fácil manejo orgánico (Augstburger et al., 2000). El mismo autor menciona que la adaptación de la macadamia a sistemas agroforestales ha sido exitosa en algunas plantaciones estratificadas en combinación con el café, en África (Kenia, Tanzania, Malawi), así como en Centro y Sudamérica (Colombia, Guatemala, Bolivia). En Nueva Zelanda y Australia, se ha cultivado también en combinación con árboles silvestres, y señala que la combinación con *Paulownia* dio buen resultado, sin embargo, no así con diferentes tipos de eucaliptos quienes compiten agresivamente con la macadamia.

Tanto en Hawái (Bittenbender et al., 2008) como en Australia (Cox et al., 2003), el pericarpio de la nuez (cáscara verde) se utiliza para la elaboración de composta, la cual mejora el estado de salud del suelo y contribuye a un manejo más sustentable de la huerta. El pericarpio de la macadamia pre composteado aumenta la actividad microbiológica de 2 cm de profundidad hasta 10 cm, la

capacidad de retención de agua, la concentración de carbono, de nitrógeno y el pH tiende a equilibrarse en poco tiempo; por el contrario, al utilizar la cáscara verde sin pre composteo los beneficios se reducen notablemente (Cox et al., 2003). En Australia se ha reconocido que el método de cosecha industrial, es decir, mediante el uso de maquinaria que emplean está ocasionando una considerable pérdida y erosión del suelo.

El residuo que resulta de la extracción de aceite de macadamia es obtenida en la mayoría de los casos a partir de las nueces que por sus defectos como: daños por insectos, mala formación, decoloración o inmadurez no pueden venderse comercialmente, puede ser utilizado como complemento alimenticio del ganado (Chum, 2011). Una de las máquinas que extraen el aceite utiliza cáscara de soya en los bordes para evitar que se pegue la macadamia, de allí que se vislumbró el potencial de este residuo como alimento para ganado (Acheampong et al., 2008).

La concentración de proteína en este bagazo de macadamia es menor que en el de algodón, el girasol y la soya, sin embargo es mayor que en el de cebada, el cual es más utilizado como suplemento de proteína en los alimentos para ganado (Acheampong et al., 2008). La utilización de este bagazo como alimento no presenta elementos tóxicos para el ganado, sin embargo utilizar arriba de un 20% de este bagazo en su alimento sustituyendo al de la soya no se ve reflejado en la producción de carne (Acheampong et al., 2008).

ASERCA (2000), señala que durante los primeros años de la plantación de macadamia se pueden sembrar en surcos algunas especies anuales como mandioca, maíz, frijoles, hortalizas y hierbas aromáticas o condimentos. Se pueden tener también asociaciones con cultivos perennes, pudiendo estos ser: la piña, el plátano, el café, el maracuyá, la zarzamora, la papaya y el aguacate, entre otros, lo que puede constituirse en una fuente de ingresos complementaria para muchos productores" (ASERCA, 2012; Gutiérrez, 2001), informan que en Michoacán existen muchas experiencias de huertas de macadamia intercaladas con aguacate, así como en Veracruz ocurre con el café.

Las huertas de macadamia tienen un alto potencial para asociarse con cultivos tolerantes a la sombra, como la vainilla, pimienta negra o cacao con una adecuada poda para el control de la luz (Nagao, 2007). Robledo et al. (2006) han determinado cinco sistemas de cultivo de macadamia en el estado de Veracruz: huertas de macadamia (monocultivo); policultivo comercial (café-macadamia); macadamia frutales (aguacate-guanábana); sistema agroforestal (macadamia-forestales) y sistema agrosilvopastoril (macadamia-ovinos y/o bovinos). Sobre éste último no se cuentan con datos publicados que pudieran apoyar este estudio.

El sistema más común de cultivo en el estado de Veracruz es el de café-macadamia y le sigue el monocultivo (Robledo et al., 2006). Rosas et al. (2005), muestran que en una finca de café-macadamia la macadamia puede ser un cultivo alternativo asociado al café y a las otras especies que proporcionan sombra y subproductos que también podrían generar ingresos así como otras ventajas ambientales. El mismo autor señala que en esta asociación es posible mantenerse

durante los primeros doce años, a partir de lo cual se deberá tomar una decisión por priorizar una de las dos especies. Un estudio de Espinoza et al. (2012) cuantifica la captura de carbono en varios sistemas cafetaleros, unos de café con macadamia. Por otro lado el estudio de Murphy et al. (2012) han realizado un modelo para cuantificar la emisión y captura de carbono de la industria de la macadamia.

Sosa et al. (1996) hacen referencia a las plantaciones de dos productores, señalando que la macadamia ya forma parte del estrato arbóreo de estos cafetales y actualmente se obtiene un rendimiento de 40 kg por árbol en concha en árboles de 20 años, lo cual es un rendimiento aceptable al revisar la tabla de producción por año publicada por MacNut (2014).

Estudios experimentales han comprobado la eficiencia del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* como control biológico del (*Ecdytoplopha torticornis*), barrenador de la nuez de macadamia (Miranda, 2003).

5.4.1 El uso de especies exóticas en los sistemas agroforestales y las implicaciones en la conservación

Sobre el uso de las especies exóticas⁵ o nativas, en los programas de conservación Benzing (2001) señala que la experiencia ha demostrado que es indispensable brindar de alternativas económicas redituables a los habitantes del bosque, para la preservación de los bosques nativos, y no representa gran relevancia si las especies introducidas como alternativa productiva son exóticas o no lo son, sin con su incorporación se pretende conservar y disminuir la presión que se ejerce sobre el bosque nativo.

La gran cantidad de especies exóticas (foráneas), llevan décadas o hasta un siglo de convivencia con las nativas, y que en algunos casos se ha estimulado su cultivo comercial con miras a proveer una fuente alternativa de productos forestales y disminuir la presión sobre el bosque natural (Induri, 2005; Figuerola, 2005; Juhani, 2001). La clave para poner en perspectiva la decisión sobre el impacto de introducir especies exóticas es su propósito (Induri, 2005). Murillo (2005) por su parte comenta que uno de los aspectos de mayor importancia a considerar es el tamaño del mercado internacional y el precio del producto; De Camino (2005, p. 7), propone que

⁵ Especie exótica. El Convenio de la Diversidad Andina (CDB) define la especie exótica como "una especie que está presente fuera de su propagación normal" (UNEP 1999); a menudo, pero no siempre, procedente de un país extraño. El presente estudio, vinculado con CDB, adopta esta definición. IUCN (2000) propone una definición más detallada: "especie, subespecie o tazon inferior fuera de su área de distribución natural (pasada o presente) y potencial de distribución (fuera del área que ocupa naturalmente o que no pudiera ocupar sin introducción directa o cuidado por parte de hombre) e incluye cualquier parte, gametos o propágulo de tal especie que puede sobrevivir y luego reproducir". En este mismo sentido se utilizan los términos foránea, introducida, no nativa o naturalizada.

"dejemos en manos de los agricultores la libertad de elegir aquello que les signifique mayor utilidad para sus sistemas de vida. Ni el forestal ni el biólogo deben imponer sus puntos de vista al agricultor quién finalmente es el que vive de la tierra." A lo que agrega que el problema no está en el tipo de especie sino en la forma y magnitud de sus usos para la reforestación.

Jiménez (2005) menciona que antes de introducir una especie exótica es importante saber que uso se le dará, el objetivo de su siembra, el uso actual del suelo donde se sembrará y la posibilidad de que estas generen problemas o enfermedad para las especies nativas.

Balaguer (2004, p. 2)

en la actualidad, la mayor parte de los investigadores coinciden en denominar introducida a aquella planta transportada más allá de barreras geográficas, naturalizada a aquella que se establece y reproduce en el nuevo enclave superando condicionantes bióticos y abióticos e invasora cuando además tiene descendencia fértil capaz de colonizar lugares distantes de la localidad en la que fue introducida y establecer en ellos poblaciones viables. Se estima que de todas las especies introducidas tan sólo llegan a comportarse como invasoras un 1 %.

En los Andes hasta la década de 1970 se plantaron casi exclusivamente especies exóticas, básicamente eucalipto, pino y ciprés. Desde entonces varias instituciones tratan de promover el uso de especies nativas, pues se ha encontrado que tienen muchas más ventajas ecológicas que las especies exóticas en la conservación de suelos y en la regulación del sistema hídrico. Sin embargo, en la mayoría de los casos los árboles nativos no tuvieron acogida entre los agricultores, ya que su rentabilidad económica era menor. De ahí surgió la política de incluir especies nativas en plantaciones forestales es combinación con exóticas Bezing (2001).

Según Evans (1992), Wadsworth (2000) e INISEFOR citados por Chávez (2005) para ser exitosa una plantación forestal con especies exóticas, el árbol introducido debe: 1) ser capaz de cumplir un propósito particular mejor que las especies locales disponibles; 2) ser apropiado al clima y al suelo de la región; 3) tener rápido crecimiento y regeneración y buena producción de hojarasca; 4) ser resistente a peligros como incendios, insectos, enfermedades y pastoreo; 5) ser de fácil propagación o buena disponibilidad de semilla; 6) ser resistente a condiciones limitantes como baja fertilidad, sequía, suelos compactados o con pH alto o bajo, etcétera; 7) tener alguna utilidad adicional a su efecto restaurador -por ejemplo, producir leña, buen carbón, forraje nutritivo, vainas comestibles, madera, néctar, etcétera; 8) tener nula o poca tendencia a adquirir una propagación invasora incontrolable; 9) tener presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrimentos en el suelo, y 10) favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y la fauna nativas, proporcionándoles alimento o un ambiente adecuado para su desarrollo.

Sobre la macadamia especie de la presente investigación, se tiene una suficiente base de investigación que sustenta su fenología, uso y manejo, lo cual no sucede con la gran mayoría de especies nativas de la región. Cabe aclarar que la macadamia no es una especie que genere

efectos alelopáticos (Coder, 1999), además su cultivo se promueve en áreas perturbadas como acahuales primarios o potreros, que en muchos casos son más aptas para el establecimiento de exóticas que de nativas (Chávez, 2005).

6. EL ESCENARIO AMBIENTAL Y SOCIAL QUE VIVE TLALNELHUAYOCAN

El área de estudio de esta investigación forma parte de la región terrestre prioritaria (RTP) 122 (CONABIO, 2000) región V. Centro de Veracruz. En el municipio de Tlalnahuayocan junto con los municipios de Acajete y Coatepec, las áreas de bosque mesófilo de montaña se presentan en fragmentos de mayor tamaño y presentan una diversidad y riqueza de especies mayores que en los bosques de Huatusco, Coscomatepec u Orizaba (Gómez, 2011). En la zona de estudio se encuentran varias especies vegetales y animales endémicas y/o bajo alguna categoría de protección como son: bromelias o tenchos (destacando *Tylandisia imperialis*), orquídeas, helechos arborescentes y árboles maderables como el zopilote (*Oreomunnea mexicana*), el chivizcoyo o gallina de monte veracruzana (*Dendrortyx barbatus*), el meteoro de Xalapa (*Microtus quasiaster*) un roedor endémico, y por ejemplo el tigrillo (*Leopardus wiedii*) y la onza real (*Herpailurus jaguarondi*) eran aún comunes hasta hace unos pocos años (Gaceta Oficial, 2008). Esta situación biogeográfica la convierte en un área crítica de conservación, por lo que se requiere de la implementación de alternativas para el manejo sustentable de los recursos, que contribuyan a su conservación.

Tanto el bosque primario como el secundario en el municipio, tienen una alta presencia de especies endémicas (Williams-Linera, 2002). Es por ello que en este trabajo se pretende promover una alternativa económica, social y ambientalmente aceptable, que al tiempo de ser productivo también contribuya a la preservación de la diversidad.

El bosque mesófilo de montaña es el menos estudiado y el más amenazado de los bosques del estado de Veracruz, la mayor parte se encuentra en fragmentos, donde la heterogeneidad de los hábitats de este bosque y su aislamiento ha propiciado una variación en la composición de especies. Siendo la fragmentación del hábitat una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en los bosques tropicales y templados es muy importante la conservación de estos distintos fragmentos donde aún se conserva parte de la biodiversidad original (Martínez et al., 1999; Williams-Linera, 2002).

El bosque mesófilo de montaña en México está limitado a una estrecha franja en la mitad de la elevación de las principales cadenas montañosas. Este bosque cubre menos del 1% del territorio nacional, pero es por mucho el que presenta mayor diversidad por unidad de área, contribuyendo con el 10% de la biodiversidad vegetal. Se reconoce que la importancia del bosque mesófilo de montaña radica en la regulación de la calidad y cantidad de agua, la minimización de ciclos de inundación y sequía, la generación, protección y mantenimiento de suelos y sus nutrientes así como la regulación del clima a escalas locales y regionales y la estabilización del paisaje con el fin de evitar deslaves y el azolve de los ríos (Manson, 2004, p. 6, citado por Gómez, 2011).

El gran valor ecológico que representa el bosque mesófilo de montaña y la abundancia de agua que recorre y nace en el municipio de Tlalnahuayocan por los ríos Sedeño, Sordo y Pixquiac, constituyen dos de las principales riquezas del municipio (Paré et al., 2012), desafortunadamente estas riquezas están siendo afectadas por las actividades humanas, que se desarrollan bajo esquemas de alto impacto ambiental que no promueven la recuperación de las poblaciones vegetales y animales, ni la preservación de las fuentes limpias de agua (Gaceta Oficial, 2008). La siembra del árbol de macadamia en zonas deforestadas puede contribuir a mantener algunos de los servicios ambientales que provee un bosque mesófilo de montaña, al tiempo que proporcionaría un recurso de alto valor económico nacional e internacional, y contribuiría al mejoramiento del nivel de vida de los productores campesinos que trabajan la tierra bajo el sistema ejidal.

El bosque mesófilo de montaña que caracteriza a todo el municipio y se encuentra fragmentado, presentándose en pequeños manchones aislados en los cuales la estructura, diversidad de especies y su abundancia debe de ser evaluada para poder determinar los sitios prioritarios de conservación (Williams-Linera, 2002). La misma autora reconoce en el municipio los sitios como prioritarios de conservación debido a su heterogeneidad a nivel estructural y de composición de especies entre siete fragmentos, separados a cortas distancias por áreas de potreros. Las áreas con acahuales de bosque de diferentes años de antigüedad presentes en el municipio “contienen una alta diversidad y también brindan servicios ambientales, por lo que deben preservarse y tratar de conectarlos con los manchones remanentes de vegetación primaria a través de corredores biológicos” (Paré et al., 2012), los cuales podrían ser huertas de macadamia. Esta zona por su topografía accidentada requiere de una capa vegetal densa que proteja sus suelos y reduzca el impacto de las lluvias, ya que en la zona se encuentra el mayor número de microcuencas con mayor disección vertical y volúmenes de precipitación constantes que caen en esta región; pudiendo los árboles de macadamia contribuir a generar una cubierta forestal (Paré et al., 2012).

Los resultados del trabajo de Paré et al. (2012) sobre el cambio de uso de suelo en la cuenca del Pixquiac por un período de 29 años (1975-2004), revelan dos procesos paralelos: áreas con procesos de pérdida de la cobertura arbolada y simultáneamente en otras esta se ha incrementado, dando un saldo positivo en cuanto a la recuperación de los bosques, principalmente por el resultado del abandono de zonas agropecuarias y de la siembra de plantaciones forestales que sus habitantes iniciaron en la década de los 1990 con el programa de pago por servicios ambientales. Sin embargo, esta dinámica positiva, puede ser frágil frente a la presión de los procesos que están impulsando los cambios de uso de suelo en la zona, principalmente a la expansión de la zona urbana y a la fluctuación de expansión/reducción de parcelas agropecuarias en función de los cambios de precio del mercado de los productos (papa, leche, caña o café).

El cambio en el uso de suelo en el municipio de Tlalnahuayocan ha sido drástico en los últimos veinte años (Paré et al., 2012), debido principalmente a su ubicación como zona conurbada a la ciudad capital de Xalapa, que se expande sin ningún ordenamiento hacia este municipio (Gómez,

2011), además de la extracción de sus recursos naturales, recursos forestales no maderables y las actividades agropecuarias que suman como las causas principales en el cambio de uso de suelo.

La agricultura y la ganadería abarcan casi el 40% de la superficie municipal. Los principales cultivos son: el maíz, el frijol, las hortalizas a pequeña escala y recientemente se ha introducido la papa para la cual se utilizan altas dosis de insecticidas y fungicidas representando un serio riesgo de salud para la población por contacto directo o por contaminación de fuentes de agua. Bajo este sistema sólo se logran tres cosechas y posteriormente el suelo queda pobre y hay que abrir nuevas zonas de cultivo (Paré et al., 2012).

El uso de suelo en Tlalnelhuayocan es principalmente para pastizales (tabla 2), a expensas del bosque (Gaceta Oficial, 2008); además en esta zona, las fuentes de contaminación del agua están directamente asociadas con esta actividad agropecuaria, básicamente por el excremento de ganado y los agroquímicos que son transportados hacia los ríos durante las lluvias (Paré et al., 2012).

"El aprovechamiento de madera se hace con motosierra sin planes de manejo forestal, sin mecanismos para garantizar que el bosque y las especies extraídas se regeneren"... "si bien desde tiempos muy antiguos ésta fue una de las principales actividades económicas de las familias campesinas, actualmente esta actividad se combina con otras como ganadería, milpa o jornaleo para mantener la economía familiar" (Paré et al., 2012, p. 160).

Cabe resaltar que la leña continúa siendo el principal combustible empleado en el municipio. Las huertas de macadamia ofrecen otra ventaja, debido a que durante la temporada de podas se obtiene leña como desecho, así como la cáscara de la nuez tiene un alto poder calorífico y es, utilizada en la industria como un excelente combustible para el secado de la nuez.

6.1.3 La macadamia inmersa en el escenario local

El municipio de Tlalnelhuayocan es reconocido a nivel nacional como centro productor de macadamia (García, 1996; Gutiérrez, 2001; ASERCA, 2000; Osorio, 1991), junto con Michoacán y Puebla. En la zona de estudio existen productores de macadamia con al menos dos décadas de experiencia en el manejo orgánico de este cultivo, y con un mercado local que demanda más producto. Sin embargo, son escasos los trabajos y registros sistemáticos sobre experiencias que describan el comportamiento de este cultivo en nuestro país; no existe un inventario nacional (Quintas, 2006) y menos aún para la zona de estudio. Es necesario realizar un diagnóstico de la situación actual del cultivo, que nos permita conocer su potencial y limitaciones como alternativa agroecológica para el desarrollo y la conservación del BMM en la región.

La consolidación de la cadena de valor de un producto como este puede traer beneficios económicos y sociales a la región (Carrillo et al., 2007), permitiendo además conservar los fragmentos de bosque mesófilo de montaña existente. Aunque Paré et al. (2012, p. 158) sostienen

que "el alto costo del establecimiento de la plantación y los asociados a su correcto manejo, colocan la cultivo fuera del alcance de la mayor parte de los agricultores campesinos" en la presente investigación se buscan alternativas para que los agricultores locales puedan ser productores de macadamia.

El "Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región sur-sureste de México" ejercicio 2011, de la SAGARPA, incluye por primera vez particularmente apoyos para el establecimiento y manejo del cultivo de la macadamia (SAGARPA, 2011). Sin embargo, para tener acceso a estos apoyos, el beneficiario deberá de contar con una superficie mínima de siembra de 100 hectáreas, superior al tamaño promedio de las parcelas de la región y a la de muchos pequeños productores (condiciones de minifundismo) en zonas marginales, en las que su estructura sigue una lógica de diversificación campesina. Otro requisito es obtener un crédito bancario igual a la suma total de su proyecto, por lo que únicamente han podido tener acceso a esta iniciativa gubernamental grandes productores con solvencia económica, dejando de lado a los grupos campesinos y ejidatarios interesados.

6.1.2 El impacto urbano sobre la zona

A pesar de la riqueza natural que representan los suelos, los recursos forestales y los servicios ambientales que proporciona el bosque mesófilo de montaña, el municipio de Tlalnahuayocan, es considerado zona con un alto grado de marginación, donde 80% de la población tiene ingresos económicos por no más de dos salarios mínimos. El 28% de la Población Económicamente Activa (PEA) está dedicada a la transformación (sector secundario) y el 45% de la PEA a servicios (sector terciario). Poco más del 45% de la población mayor de 15 años no ha concluido su educación primaria, 17% es analfabeta, 6% carece de red eléctrica, 11% carece de drenaje o servicios sanitarios propios, y se considera que más del 73% se encuentra en viviendas con algún nivel de hacinamiento (Gaceta Oficial, 2008).

Una característica importante de mencionar es la cercanía de esta zona con la ciudad de Xalapa, lo que le confiere características únicas y determinantes. Al respecto Paré et al. (2012, p. 36) señalan que es necesario "un nuevo modelo de relaciones o contrato social entre lo urbano y lo rural, redefiniendo los roles de cada uno de los ámbitos y asumiendo la estrecha interdependencia que existe entre ellos. Uno de los beneficios que ofrece la zona rural a la urbana son los servicios ambientales por parte de la preservación de sus bosques, cuerpos de agua, etc.; la zona rural por su parte encuentra en la cercanía a la ciudad de Xalapa el mercado para vender sus productos, uno de ellos es la nuez de macadamia.

En el estado de Veracruz la Secretaría de Medio Ambiente es la encargada del ordenamiento ecológico y define a este como "instrumento de la política ambiental nacional que se orienta a inducir y regular los usos de suelo del territorio, basándose en la evaluación actual de los recursos naturales, en la condición social de sus habitantes, y en la aptitud potencial del área analizada,

considerando elementos de propiedad y de mercado, para determinar la capacidad de usar el territorio con el menor riesgo de degradación" (Paré et al., 2012, p. 72). La zona de estudio tiene un gran potencial como para establecer sistemas agroforestales y quizás sea conveniente que la expansión de la mancha urbana sea hacia zonas menos aptas para estos fines.

El impacto de la urbanización sobre el medio natural y sus mecanismos han producido por un lado, el cambio del suelo rural a urbano, y por el otro, la heterogeneidad y precariedad en las condiciones del hábitat (Gómez, 2011). El municipio de Tlalnahuayocan es un ejemplo de lo anterior, ya que "a principios del siglo XX la región situada en las cercanías de Xalapa presentaba grandes extensiones de bosque continuo" (Williams-Linera, 2002) y el crecimiento de poblacional hacia los municipios colindantes como un centro de atracción migratoria muy elevada.

EL Plan Municipal de Desarrollo de Xalapa (2008-2010) señala como limitantes: la carencia de un plano urbano de desarrollo, el abandono de visión de ciudad sustentable para dar paso a la expansión desordenada de la mancha urbana, así como un incremento acelerado de la deforestación, agotamiento del recurso hídrico, crecimiento urbano desmedido y desordenado entre otras. Estas amenazas están presentes en nuestra área de estudio como zona conurbada a Xalapa. "La fuente de abastecimiento de agua que representa la subcuenca del río Pixquiac tanto para la ciudad de Xalapa como para su zona conurbada, cruza al municipio de Tlalnahuayocan y se encuentra en riesgo por la presión que ejercen las actividades humanas en este territorio entre las que destacan la creciente extracción de agua para la ciudad, el avance de la frontera agropecuaria, la tala y extracción de madera y el crecimiento desordenado de la mancha urbana" (Paré et al., 2012, p. 77).

Los precios de los productos de la región como la leche, productos del bosque, hortalizas y maíz, en la mayoría de los casos son bajos y vendidos directamente sin un valor agregado, es por ello que muchos de los habitantes dividen y venden parte de sus parcelas a bajos precios (Paré et al., 2012). Los productores de macadamia venden la nuez procesada en distintas presentaciones y obtienen ingresos adicionales.

"El tipo de atención gubernamental que ha prevalecido en la región se ha orientado hacia los servicios y las obras. No se ha planteado resolver las necesidades de una región conurbada con la capital y con altos niveles de marginación, en el sentido de detener la migración y de darle un peso a la economía rural que podría abastecer a la ciudad cercana con productos sanos, sobre todo considerando que sus habitantes consumen verduras provenientes de Puebla, saturadas de agroquímicos" (Paré et al., 2012, p. 274).

La falta de inversiones en el campo, que valore la producción agropecuaria y cree fuentes de empleo, es lo que ha llevado a las familias campesinas de la región a incorporarse a la economía urbana trabajando en actividades poco especializadas y de baja remuneración como albañiles, choferes de taxi, en el servicio doméstico, o a vender sus parcelas atraídos por el proceso de conurbación; los cambios de la tenencia de la tierra, antes comunal y ahora bajo decisiones

individuales, la no aplicación de diversas normas jurídicas, como la propia Ley Forestal o el Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Xalapa, facilita que la zona sea transformada sin priorizar la conservación cultural y ambiental de la zona (Paré et al., 2012).

Evidentemente la problemática de la zona es compleja, e involucra aspectos sociales, culturales, económicos y ambientales, los cuales conforman la realidad de la zona de estudio y nos obligan a plantear soluciones con un enfoque igualmente integral.

6.1.3 Tenencia de la tierra

Al momento de iniciar el reparto agrario en 1930, esta zona estaba

poblada por campesinos libres, peones de hacienda y aparceros de habla u origen nahua, dedicados al cultivo de la milpa, café y caña, así como a la ganadería mayor, vinculados a la dinámica económica de las grandes haciendas y ranchos particulares (Paré et al., 2012, p. 139)

en quienes hoy en día están estas parcelas (de 3.2 hectáreas en promedio). Las mismas autoras comentan, que en las últimas dos décadas, a partir de que el ejido se incorporó al PROCEDE y las parcelas cuentan con certificados que facilitan la compra-venta de las mismas, las propiedades están pasando a personas de origen urbano, estableciendo áreas de casa habitación de tipo campestre y/o fraccionamientos. Siendo la solicitud del Dominio Pleno de sus parcelas el principal tema abordado en las asambleas comunitarias, debido por un lado a la presión que ejerce el mercado de tierras para expansión urbana y campestre, y por el otro a la necesidad de recursos económicos que tienen sus propietarios.

"El núcleo ejidal enfrenta un proceso creciente de disminución de su capacidad de convocatoria, toma de decisiones y capacidad de organización. La mayor parte de los ejidatarios son personas de edad avanzada y los derechos agrarios están en manos de la segunda y tercera generación" (Paré et al., 2012, p. 174); sin embargo aún se realizan actividades comunitarias por parte de los ejidatarios como son las faenas para el arreglo de caminos, la instalación de redes de agua y las fiestas patronales.

En 1995 el PROCEDE formalizó la parcelación interna que habían hecho los ejidatarios desde 1960 en el ejido de San Andrés Tlalnelhuayocan que abarca 1024 hectáreas, las cuales fueron divididas en 504 parcelas, 181 solares a favor de 419 personas con derecho ejidal. "Cabe señalar que la parcelación por parte del PROCEDE, violó la Ley Agraria y Forestal al parcelar las áreas boscosas" (Paré et al., 2012, p. 173).

El municipio de Tlalnelhuayocan es catalogado por la CONAPO (2000, citado por Paré et al., 2012) de Muy Alta a Alta Marginación Donde el grueso de la población recibe ingresos económicos de dos salarios mínimos o menores. Paré et al. (2012, p. 147) reflexionan sobre el nivel educativo de la población que "si bien no existen en el municipio planteles educativos de nivel superior, a

proximidad a la ciudad capital de Xalapa brinda la posibilidad de continuar los estudios; sin embargo las limitadas condiciones económicas de las familias impiden que los jóvenes prosigan su preparación más allá de la secundaria". Aunado a que el sistema educativo convencional deja mucho que desear y es en la mayoría de los casos la poca estimulación y el aprendizaje no útil para mejorar la calidad de vida en el campo, lo que contribuye a la deserción de los jóvenes.

7. METODOLOGÍA

7.1 Descripción de la zona de estudio

Tlalnahuayocan se ubica en el centro del estado de Veracruz; forma parte de la subcuenca del río Pixquiac que abastece de agua a la ciudad de Xalapa (Paré et al., 2012) y su vegetación, originalmente bosque mesófilo de montaña hoy en día se ha reducido a un 10% debido a las actividades humanas. Por lo anterior, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad la dictaminó como zona prioritaria de conservación (CONABIO, 2000). Hoy en día, el municipio se conforma en su mayor parte de potreros, un porcentaje menor en milpas, cultivo de papa con alto grado de agroquímicos, y en muy pequeña escala se cultiva la nuez de macadamia (Gaceta Oficial, 2008).

7.1.1 Historia

Tlalnahuayocan proviene del náhuatl y significa lugar donde hay raíces o lugar lleno de raíces. Tlalnahuayocan fue un pueblo prehispánico ocupado por habitantes de origen náhuatl. El pueblo de San Andrés Tlalnahuayocan y sus tierras, fueron parte del cantón de Xalapa desde el año 1570 hasta el año de 1917. Para el primero de diciembre de 1868, San Andrés Tlalnahuayocan es reconocido oficialmente como una de las municipalidades del cantón de Xalapa. En 1932 el municipio de San Andrés Tlalnahuayocan se considera como un municipio libre y soberano, y se omite oficialmente el nombre de San Andrés, quedando únicamente el de Tlalnahuayocan. Las congregaciones que integran al municipio para el trienio 1982-1985 son Otilpan y San Antonio Hidalgo, que junto con la cabecera municipal, tienen la categoría de pueblo (Gómez, 2011).

Los pobladores del municipio de Tlalnahuayocan eran nahuas, "cuyos antepasados fueron reubicados durante la Colonia a fin de concentrar la población indígena en comunidades como San Antonio y San Andrés Tlalnahuayocan. La principal actividad de estas comunidades era el tradicional cultivo de la milpa" (Paré et al., 2012, p. 138). Uno de los habitantes del municipio comenta:

"La familia de mis abuelos venía del rumbo de Perote, cuando llegaron a La Vega ya había gente, pero el pueblo había sido mucho más grande, había rodales de piedra (cimientos) por todas partes. Se quedaron a vivir ahí con las pocas familias que estaban ahí... Más abajo estaban las casitas de Rancho Viejo y las del Pueblo de San Antonio, pero esos hablaban mexicano (náhuatl)"⁶ (Pare y Gerez, 2012:138).

⁶ Jacinto Hernández Sangabriel, campesino de La Vega del Pixquiac, de noventa años de edad, entrevistado el 13 de agosto de 2008.

7.1.2 Características geográficas

El municipio de Tlalnahuayocan está situado en la parte central del Estado de Veracruz y forma parte de la cuenca del río Pixquiác. Ubicado en las laderas del Cofre de Perote, entre las coordenadas 19°30' y 19°35' de latitud norte y 96°56' y 97°01' de longitud oeste; colinda al norte con los municipios de Acajete, Rafael Lucio y Banderilla; al este con los municipios de Banderilla, Xalapa y Coatepec; al sur con el municipio de Coatepec y al oeste con los municipios de Coatepec y Acajete. Su altitud sobre el nivel del mar varía entre 1300 y 2000 m, siendo la superficie del municipio de 36.61 km² (figura 2) (INEGI, 2009).

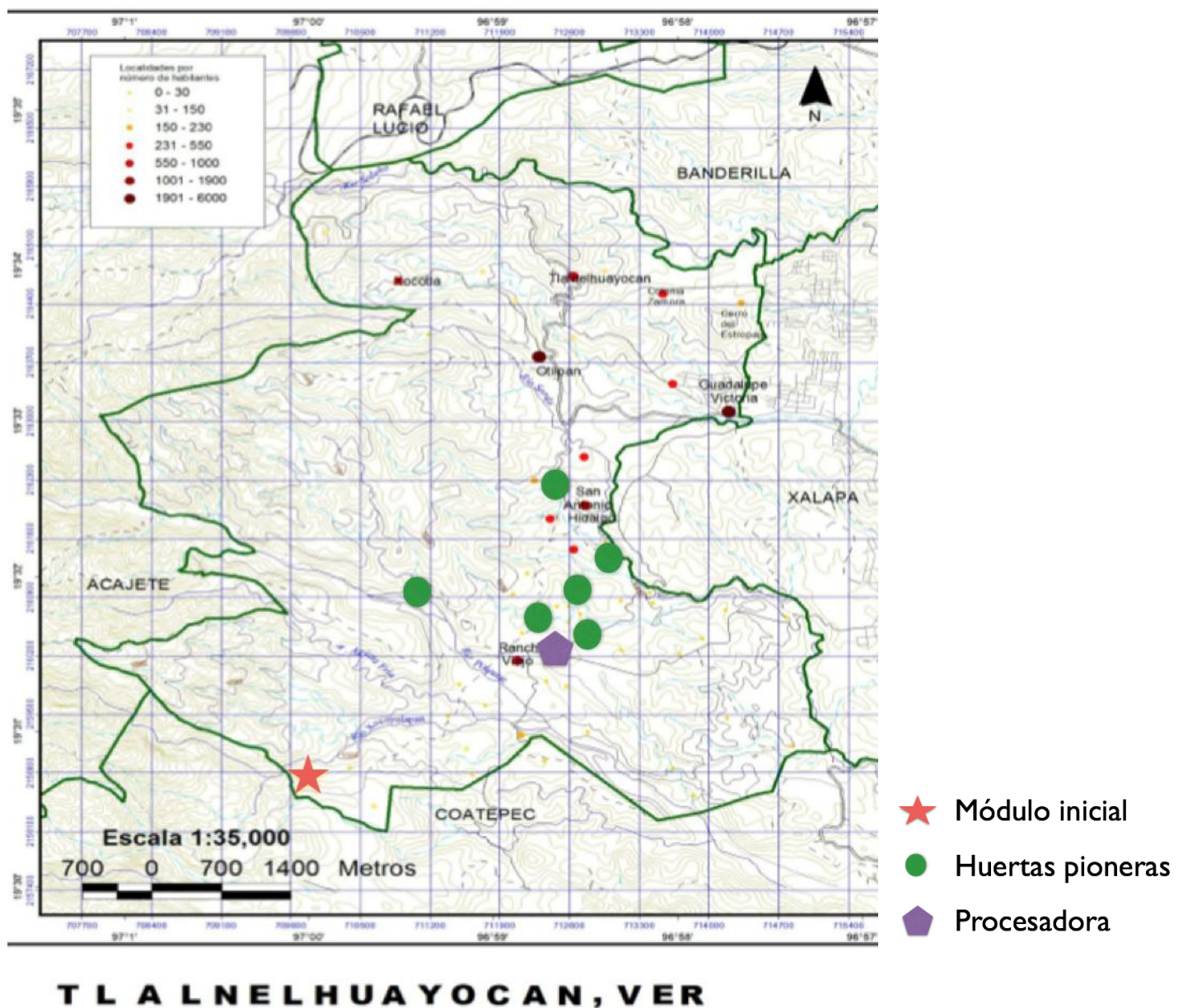


Figura 2. Municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz. (Fuente: Gómez, 2011).

Una característica importante de mencionar es la cercanía de esta zona rural con la ciudad de Xalapa, lo que la convierte en zona conurbada. Es importante destacar también que el crecimiento

y la expansión de la ciudad⁷ de Xalapa, es marcado hacia el municipio de Tlalnelhuayocan lo que da cuenta de la tendencia de urbanización hacia el norte y noroeste de la ciudad capital (Benítez, 2011).

La geología del municipio de Tlalnelhuayocan, está constituida por depósitos producto de algunas emisiones piroclásticas arrojadas por el volcán Pico de Orizaba (Gómez, 2011). Se caracteriza por presentar lomeríos redondeados y alargados con orientación de oeste-este, es decir, siguiendo la pendiente general. También se encuentran pequeñas mesetas inclinadas y planas que se localizan al oeste de las localidades de San Antonio, Rancho Viejo, los Capulines y Tejocotal. Los ríos que cruzan el municipio son: el Pixquiac y el Sedeño, lo cuales tienen fondo plano y están delimitados por barrancas generalmente profundas.

La mayor altitud del municipio se encuentra en la parte oeste, de 1600 a 1920 msnm, y la más baja de 1400 a 1500 msnm. Ese relieve está constituido por conos volcánicos, uno de ellos conocido localmente como el “Cerro del Estropajo” con una altitud de 1620 m, y el otro nombrado “Cerro Colorado” de 1920 msnm. Debido a que las pendientes pronunciadas dificultan o limitan la actividad agrícola, estas son las áreas que se han conservado con la vegetación originan de BMM, representando actualmente un 10% de su territorio original e impidiendo una erosión del suelo en estas áreas (Gómez, 2011).

El municipio de Tlalnelhuayocan presenta suelo de tipo andosol húmico (Th) con un 98% y sólo en la parte sureste un 2% se asocia con el acrisol órtico (Th+Ao) (INEGI, 2009). Estos suelos se caracterizan por presentar una gran cantidad de minerales, que provienen de cenizas volcánicas. Tienen un horizonte A úmbrico, de consistencia untuosa y muestran una textura franco-limosa ó más fina dentro de los primeros 100 cm (Carta Edafológica SPP, 1984, citado en Zamora y Castillo, 1997). Rzedowski (1994) menciona que en el bosque mesófilo de montaña los suelos suelen ser profundos, con abundancia en materia orgánica entre los horizontes superiores y ácidos con pH de 4 a 6..

El clima de Tlalnelhuayocan corresponde al C (fm) W'b (i') g. Este se caracteriza por ser templado húmedo con lluvias uniformemente repartidas durante todo el año, poca oscilación de temperatura anual y marcha de la temperatura tipo Ganges, (el mes más caliente se presenta en mayo). La temperatura media anual de 18 °C; la precipitación total anual es de 1490.5 ml, (clasificación de Köppen modificada por García, 1973, citado en Zamora y Castillo, 1997).

El municipio cuenta con una gran riqueza hidrológica; es atravesado de oeste a este por tres

La presencia de una población menos favorecida en la periferia de las ciudades llevó al fenómeno de la expansión incontrolada (urban sprawl) que es uno de los temas de mayor preocupación en nuestros días. La expansión incontrolada, fue definida como “la expansión de la ciudad y sus suburbios sobre más y más tierra rural de su periferia desaparece (Badillo, 2011.).

cuencas, todas ellas procedentes de la ladera oriental del Cofre de Perote, con exposición a la humedad del Golfo de México. La cuenca que suministra de agua a la población del municipio es la cuenca del río Sordo, cubre el 52.5% del territorio municipal, le sigue en importancia la cuenca del río Pixquiac, con 44.5% y la cuenca del río Sedeño que abastece a la cabecera municipal, 2.8%.

Los principales ríos del municipio son el Sedeño en la parte norte del municipio (cuenca Sedeño), Amoyoloapan, Sordo y Quiviscuavapan en la parte central (cuenca Sordo), Pixquiac, Granada, Agüita Fría, Xocoyolapan y el nacimiento del arroyo Tixtla en la parte centro-sur (cuenca Pixquiac), existiendo un número importante de arroyos y manantiales en todo el municipio.

7.1.3 Vegetación

En el municipio se encuentran tres tipos de vegetación; el bosque de niebla o mesófilo de montaña (BMM), la vegetación riparia y la secundaria (acahuales). El BMM como comunidad vegetal original es fisionómicamente un bosque de 15 a 35 m de altura. Por lo común existen varios estratos arbóreos, además de uno o dos arbustivos (Rzedowski, 1994). Incluye tanto árboles perennifolios como de hojas deciduas tales como: pipinque (*Carpinus caroliniana*), marangola (*Clethra macrophylla*), encino (*Quercus laurina*), Liquidámbar (*Liquidambar macrophylla*), etc.; en el estrato arbustivo está formado por las siguientes especies: acuyo (*Piper auritum*), torito (*Randia aculeata*), escobillo (*Waltheria americana* L.) entre otros, además de tener alta presencia de bejucos y epifitas (Zamora y Castillo, 1997).

Existe también en la zona una extensa cobertura de acahuales los cuales presentan una gran variedad de estados sucesionales, por lo que su composición de especies es diversa y varía de acuerdo a la edad de abandono (Paré et al., 2012). Las áreas acahualadas son representadas por las siguientes especies: el palo gusano (*Lippia myriocephala*), ilite (*Alnus acuminata* subsp., *arguta*), ixpepe (*Trema micrantha*), mala mujer (*Cnidocolus multilobus*), gordolobo (*Bocconia frutescens*), níspero (*Eriobotrya japonica*), naranjo (*Citrus sinensis*), guayabo (*Psidium guajava*) y durazno (*Prunus persica*). En los sitios de cultivos abandonados surgen especies tales como el mozote blanco (*Bidens pilosa*) y el mozote amarillo (*Melampodium divaricatum*) (Zamora y Castillo, 1997).

La vegetación riparia hace referencia a aquellos elementos vegetales que se desarrollan a orillas de corrientes de aguas temporales y permanentes, como por ejemplo, en la zona se encuentra el haya (*Platanus mexicana*), el sauce (*Salix taxifolia*), el saúco (*Sambucus mexicana*) y el ilite (*Alnus acuminata* subsp. *arguta*). Por otro lado, la vegetación secundaria comienza su desarrollo después de que se perturba un área de bosque o si se abandonan campos de cultivos, donde surgen las especies que van ganando espacios a las especies primarias (Zamora y Castillo, 1997).

Como se mencionó antes, los pastizales ganaderos predominan en la región, lo que ha afectado considerablemente las áreas cubiertas con BMM (Gaceta Oficial, 2008). Existen grandes áreas de

vegetación secundaria derivadas del BMM, las cuales son importantes zonas de regeneración y, por lo tanto de conservación (figura 3).

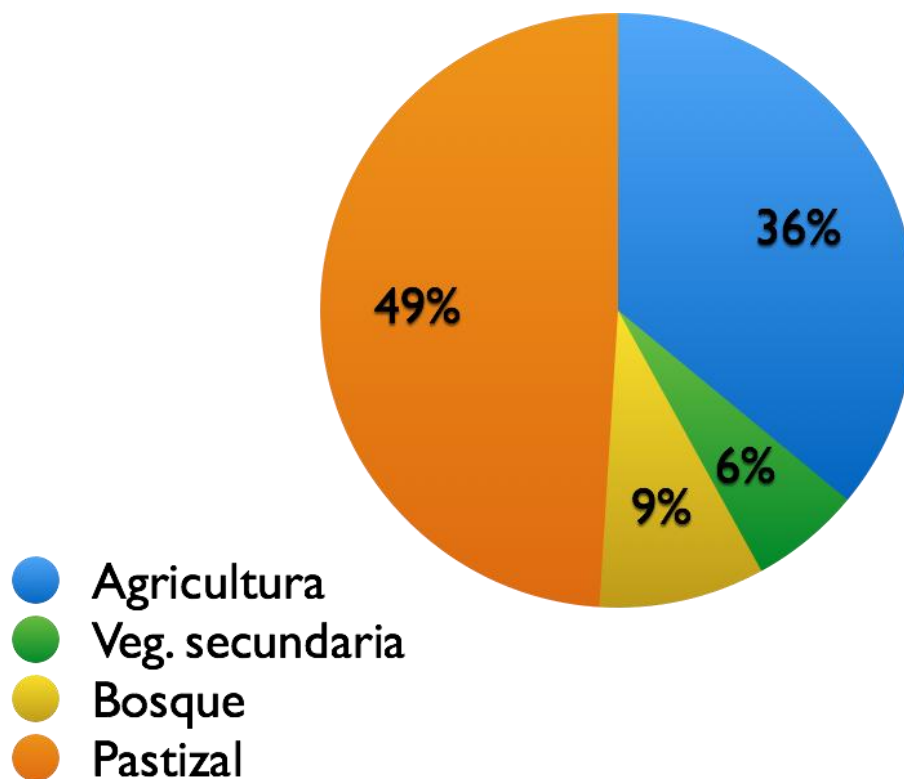


Figura 3. Superficie total por municipio según tipo de superficie: 2002-2005. (Gómez, 2011).

7.1.4 Aspectos socioeconómicos

La población total del municipio de Tlalnahuayocan es de 16, 311 habitantes, distribuidos en 53 localidades. Se presenta un crecimiento poblacional acelerado, tan solo en un periodo de veinte años, el número de habitantes casi se triplicó principalmente en dos localidades: Guadalupe Victoria y Otilpan. En la figura 3 se observa que estas poblaciones son las que poseen un mayor número de habitantes desde 1990, además son las más cercanas a la ciudad de Xalapa, por lo que son altas las demandas de infraestructura y de espacios nuevos para habitar (figura 4).

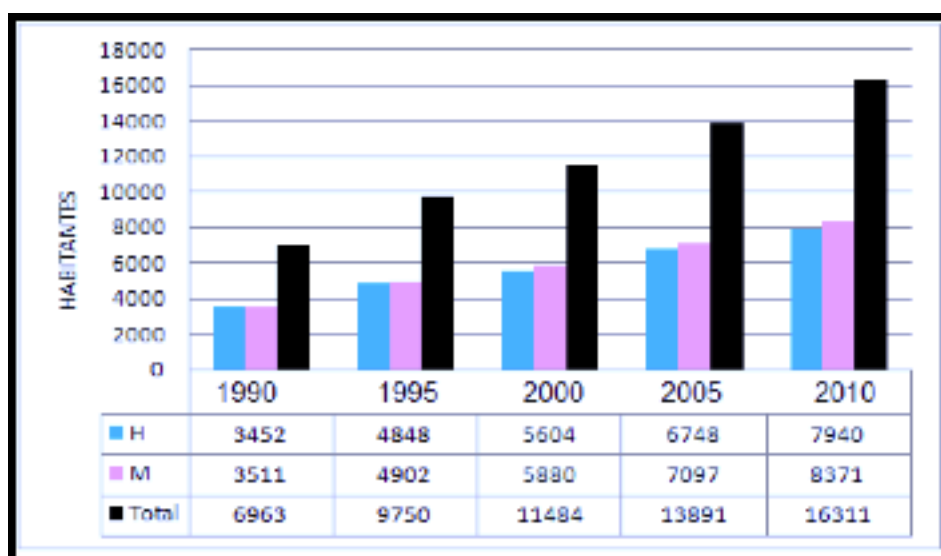


Figura 4. Crecimiento poblacional de Tlalnahuayocan en el periodo de 1990 al 2010 (Gómez, 2011).

Gómez (2011) señala que la población ocupada del municipio mayor de 12 años de edad en el año de 1990 al 2010 se triplicó. Sin embargo el sector primario se mantuvo en porcentajes muy similares, a diferencia del sector terciario que si aumentó. Finalmente, el porcentaje de los comerciantes y trabajadores en servicios diversos ha aumentado, Por lo que actualmente el sector primario pasó de primer lugar al cuarto, y los demás sectores ocupan los primeros tres lugares en demanda (INEGI, 2010).

Las actividades agropecuarias más importantes de la región son: la milpa, la ganadería (lechera), la truticultura⁸, la venta de productos forestales no maderables (NTFP) extraídos del bosque (como leña, carbón, madera para construcción, hierbas y hongos comestibles). En cuanto a la tradición del sistema de milpa en la zona, forma parte del sistema de producción familiar tanto para autoconsumo como para venta de tortillas en la ciudad de Xalapa.

La ganadería se desarrolla a pequeña escala, siendo el principal propósito la producción de leche. En promedio las parcelas son de cuatro hectáreas, en las que suelen tener seis cabezas de ganado en general de la raza Holstein. Los pastos predominantes son gramíneas nativas (familias *Fetuceae* y *Paniceae*) cuyo régimen de pastoreo permite una capacidad de carga de 1.5 animales por hectárea, presentando parámetros productivos bajos, con un ciclo de lactancia promedio de tres mil litros y un intervalo largo de partos de 480 días (Moncada, 2007 citado por Paré et al., 2012).

De acuerdo a la clasificación de Zorrilla et al. (1998) el presente estudio es tipo mixto, incluye investigación documental y de campo. Es también reconocida como una investigación directa, ya que la información se obtuvo directamente de la realidad social a través de técnicas como la observación, la entrevista estructurada, la encuesta y otras, sin incluir un proceso experimental (Rojas, 1997).

Esta investigación se llevó a cabo de abril 2012 a abril 2014. De forma general el presente estudio está estructurado en tres momentos que se desarrollan de manera secuencial: el diagnóstico de la macadamia, el diseño de la opción productiva elegida por el grupo motor y la evaluación de dicho módulo inicial (Villasante 2014; Bru et al., s/f; Guzmán et al., 2007; Guzmán et al., 1998 (figura 5). Según el contexto, alguna fase de la metodología puede ser paralela a otra o solaparse, aún así este esquema lineal de momentos resulta apropiado por su carácter explicativo y estructurador del proceso (Gómez et al., 2013).

⁸ Truticultura se nombra a la cría de las truchas.



Figura 5. Estructura general de la metodología.

7.2 Diagnóstico

Basado en la Investigación Acción Participativa (IAP) se realizó un mapeo también llamado por Villasante (2014) radiografía de la comunidad, que consiste en un análisis por parte del investigador en el cual a través de su experiencia y entrevistas a los distintos actores involucrados se identificaron sus afinidades, posibilidades de apoyo para el proyecto y su organización para establecer el grupo motor de la investigación.

El grupo motor consistió en: a) el investigador como facilitador y catalizador del estudio; b) la organización civil SENDAS como financiador y puente entre el investigador y el ejidatario; c) cinco productores pioneros (Pp), son aquellos productores con huertas de al menos 20 años de edad y d) tres productores emergentes (Pe) que cubrieran las siguientes condiciones acordadas entre el investigador y SENDAS:

- Ser ejidatario del municipio de Tlalnelhuayocan.
- Que sus predios tuvieran un área de pastoreo de diez años de edad o más ó un acahual joven para poder sembrar macadamia.
- Interés por conservar sus terrenos (no venderlos) y volverlos más productivos.
- Disposición por compartir y mostrar su experiencia a otras ejidatarios de la zona.
- Disposición para evaluar y monitorear su área sembrada con macadamia.
- Tener un trabajo previo con SENDAS, durante el cual demostraron su compromiso y seriedad.

En esta fase del diagnóstico conocida también como la fase de recogida de información (Bru et al., s/f), se entrevistó al: a) 100% de los Pp; b) a la representante de la procesadora “Macadamia de Veracruz” ubicada en el mismo municipio y c) a dos productores de macadamia del estado que cuentan con una plantación orgánica de macadamia-café-plátano y un sistema silvopastoril macadamia-ganado.

Con este diagnóstico se pretendió conocer, valorar, registrar, compartir y utilizar el conocimiento y la experiencia que han generado Pp del municipio y otros del estado de Veracruz, considerados estos productores de la nuez de macadamia como informantes clave y núcleo de la investigación-acción (Villasante, 2014). La entrevista se apoyó en un cuestionario de 122 reactivos (2), estructurado en seis secciones: 1) datos del productor; 2) datos de la plantación; 3) historia y características de la huerta; 4) dimensión ecológica-productiva, subdividida en suelo, agua, biodiversidad, plagas y enfermedades, manejo, cosecha y post-cosecha; 5) dimensión técnico-productiva y 6) dimensión socio-económica.

Como parte del diagnóstico se llevó a cabo un primer taller, al que se invitaron únicamente los Pp de macadamia del municipio de Tlalnahuayocan. En el taller se presentaron los resultados obtenidos de las entrevistas que se aplicaron a ellos mismos, lo que Bru et al. (s/f) y Villasante (2014) llaman la fase de devolución, la cual fue de forma oral, abierta a retroalimentación y con un reporte escrito. A este tipo de taller Gómez et al. (2013) los llama talleres de devolución.

Durante el mismo taller y partiendo de la experiencia de los participantes (Pp) se aplicó la técnica grupos de discusión,

“una técnica de recogida de datos de naturaleza cualitativa, ampliamente utilizada en diferentes campos de la investigación sociológica que sirve para obtener datos sobre las percepciones, opiniones, actitudes, sentimientos o conductas de los sujetos en relación a un determinado tema o realidad de estudio” (Gil, 2014: 201).

Se condujo un discurso controlado de 30 minutos entre los Pp con el fin de conocer su opinión y percepción sobre la problemática local y la posibilidad de que el cultivo de la macadamia en el municipio pudiera contribuir a su solución. El discurso a debatir se encauzó sobre las siguientes preguntas: ¿Puede ser la macadamia una opción económica, ecológica y social, para fomentar el desarrollo sustentable en el municipio de Tlalnahuayocan y contribuir a la solución de estos problemas? ¿Cuáles son las dificultades o desafíos individuales y colectivos en este proceso? ¿Cómo nos vemos como un grupo que favorezca el cultivo de la macadamia de una manera sustentable, compartiendo nuestro saber con la comunidad? ¿De qué manera podríamos participar?

De acuerdo con Calle et al. (2009) las salidas de campo, son la mejor experiencia para motivar el aprendizaje, en el caso de los Pe, que al observar de forma directa prácticas novedosas, comprueban su viabilidad y tienen la oportunidad de hacer preguntas directas y concretas entre

productores, lo anterior genera confianza hacia el cambio por parte de los Pe, por lo que el diagnóstico se complementó con visitas del grupo motor a algunos de los sitios sobre los cuales se aplicó previamente la entrevista; la procesadora "Macadamia de Veracruz" donde conocieron la diversidad de productos finales que pueden elaborarse a partir de la macadamia, con demanda en el mercado; una huerta certificada como orgánica dentro del mismo municipio; un sistema agroforestal ubicado en Chocamán, Veracruz, conformado por café-macadamia-plátano y una finca silvopastoril de macadamia con ganado en Coscomatepec, Veracruz,

Se utilizó la guía de instrumentos (ISEC, s/f) para sistematizar la información obtenida sobre las tres huertas visitadas (anexo 13), elaborando fichas de las huertas con los siguientes descriptores de la finca: ubicación, contexto geográfico, datos del productor, datos de la plantación, historia y características de la huerta, dimensión ecológica productiva, técnico productiva, y socio económica.

Además de las salidas de campo y los talleres antes mencionados, se hicieron diversas lecturas grupales y discusiones en torno a temas relacionados con la producción, procesamiento y cadena de mercado de la macadamia. Se hicieron diversas prácticas de campo, como por ejemplo la técnica del trazo de curvas de nivel y la preparación de abono bocachi. Con estas prácticas se buscó que en particular los Pe adquirieran nuevos conocimientos para el diseño de alternativas de producción de la macadamia en sus parcelas, vinculado a su saber agrícola tradicional (Guzmán et al., 1998; Rahman et al., 1989).

7.3 Diseño y elección de la parcela para establecer el módulo productivo inicial

La elección y el diseño de la alternativa de producción con macadamia por el grupo motor, se hizo mediante talleres y salidas de campo, estas últimas especialmente dirigidas a los Pe. Se realizó un recorrido por las parcelas de los tres Pe para elaborar una ficha de cada una, apoyada con fotos y esquemas de la ubicación, superficie, pendientes, colindancias, presencia de cuerpos de agua y actividades productivas actuales (anexo 14).

Se llevó a cabo un segundo taller en el que se convocó a todos los actores del grupo motor. Con la finalidad de diseñar y establecer el módulo productivo inicial, se promovió el diálogo, el conocimiento y el reconocimiento entre los distintos actores, para llegar a la formación de redes de trabajo conjunto (Guzmán et al., 2007; Ranaboldo et al., 2007; Paré et al., 2012), así como para consensar sobre el presente y la perspectiva del cultivo de macadamia en la región. A este tipo de talleres Gómez et al. (2013) los llama talleres de creatividad social.

En el taller se brindó información a los participantes sobre la macadamia, sus orígenes, distribución mundial y nacional, las variedades existentes, etc. Se presentaron los resultados del diagnóstico de la investigación sobre el cultivo de macadamia en el municipio y se comentó sobre la problemática que los Pp identifican en el municipio como prioritarias. Cada Pe presentó la fichas de su parcela y la forma en la cual visualizaban incorporar la macadamia combinada con la producción de ganado

lechero. Esta primer propuesta fue abierta a sugerencias y críticas por parte de todos los participantes. A continuación se formaron tres equipos de trabajo, formados por un Pp, un Pe, y un miembro de SENDAS. Cada equipo discutió y enriqueció la propuesta de lo que sería el módulo inicial con mejoras técnicas, así como el seguimiento de la producción y el manejo.

7.3.1 Descripción de la parcela seleccionada

Debido a que no se contó con suficientes recursos económicos para el establecimiento y seguimiento de tres módulos iniciales, se seleccionó a un solo Pe. Para ello se discutió con el grupo motor sobre las características de las posibles parcelas. Uno de los Pe tiene un potrero con fuertes pendientes y su interés era sembrar los árboles de forma aleatoria con rodetes hechos de bambú y alambre de púas. El segundo Pe cuenta con una huerta de macadamia de cuatro hectáreas de diez años de edad, pero fue abandonada y no contaba con ganado. El tercer Pe, el Sr. Gabriel Hernández García, tiene una parcela de cuatro hectáreas a la orilla de un camino principal, lo que facilita su monitoreo y lo pone a la vista de la comunidad, impregnándole un carácter educativo; la orografía es poco accidentada y cuenta con cuatro elementos productivos claramente visibles, de aproximadamente una hectárea cada uno (figura 6):

- 1) área de restauración de BMM desde hace ocho años dirigido por SENDAS AC; , con tres nacimientos de agua.
- 2) el área de potrero donde se estableció el módulo inicial agrosilvopastoril
- 3) una milpa (una vez cosechado el maíz se renta para la siembra de papa) y
- 4) otra área de pastoreo con bosquetes en la cual el ejidatario decidió convertir a huerta de macadamia.

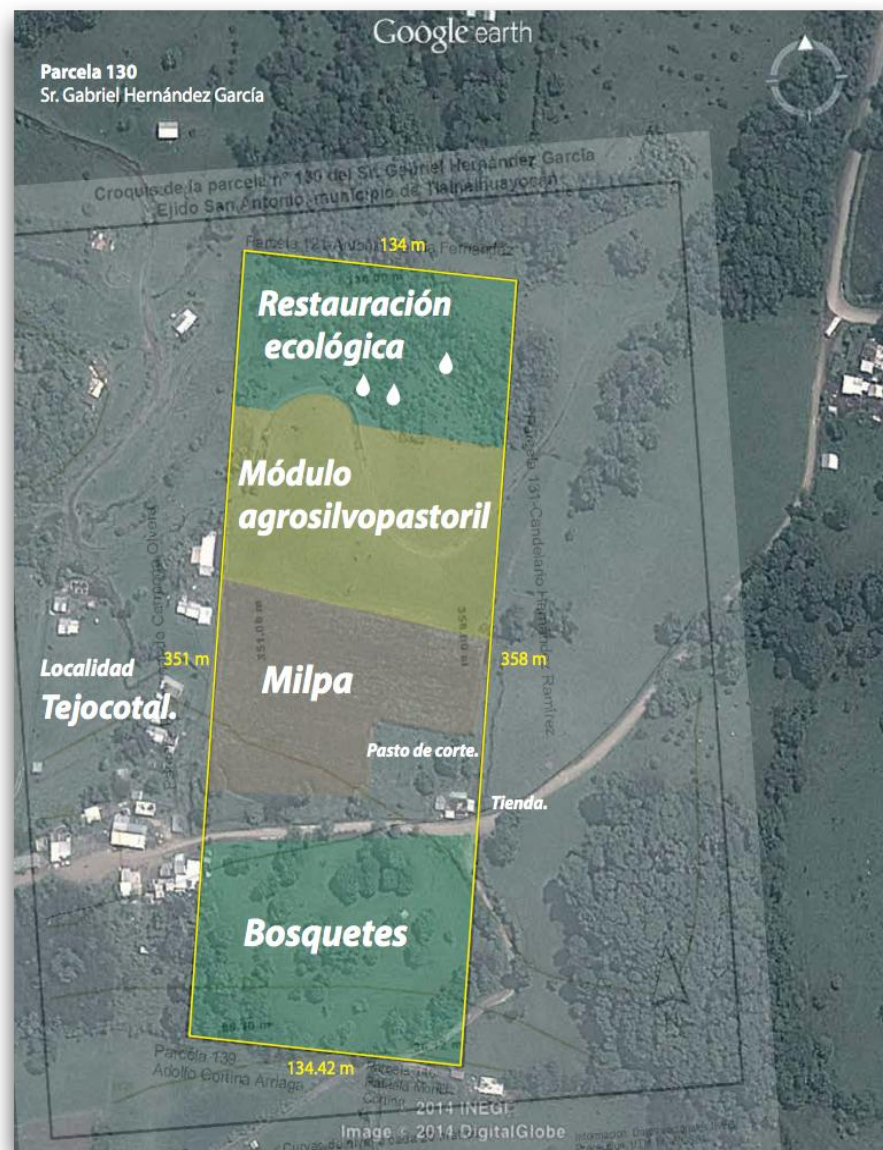


Figura 6. Elementos productivos en la parcela seleccionada.

Debido a estas características el investigador en conjunto con SENDAS seleccionó a esta parcela para establecer el modulo inicial. La parcela número 130, está ubicada en la localidad del Tejocotal, sobre el camino principal Cinco Palos-Zapotal, municipio de Tlalnelhuayocan. Su ubicación geográfica es N 14Q0709314, WO 2157722 (coordenadas UTM) y a 1600 msnm, colinda al sur con la parcela 121 del ejidatario Antonio García Fernández, al Norte es atravesada por el camino principal Cinco Palos-Zapotal y colinda con la parcelas 139 y 140 de los ejidatarios Adolfo Corina Arriaga y Rafael Monfil Cortina, al este con la parcela 131 a nombre de Candelario Hernández Ramírez y al oeste con la parcela 129, a nombre de Armando Carmona Olvera, parcela en la cual se encuentra establecida gran parte de la población del Tejocotal (16).

La parcela ha sido potrero por 40 años y es trabajada desde hace 11 años por Miguel Hernández García, hijo del ejidatario propietario de la parcela quien decidió dedicarse al campo una vez terminada su primaria. Todos los días a las ocho de la mañana y a las cinco de la tarde, Miguel ordeña el ganado de sus siete vacas y entrega en la comunidad de Cinco Palos a la empresa Nestlé. Actualmente la empresa paga \$5.00 por litro (a precios 2014) siendo los pagos semanales. Miguel comenta que el rendimiento varía según la temporada del año, en temporada de lluvias

(junio-septiembre) obtiene hasta de 80 litros diarios y en otoño-invierno (octubre-enero) no supera los 60 litros.

La familia de Miguel no vive allí, sin embargo su padre abrió desde hace nueve años una pequeña tienda de abarrotes. La parcela está ubicada en la localidad del Tejocotal, la cual se está urbanizando rápidamente y sin ningún plan de desarrollo haciendo evidente la importancia de mantener áreas que protejan los recursos naturales.

Es importante aclarar que para el pastoreo de las siete cabezas de ganado, Miguel utiliza la también parcela vecina (figura 7), que es prestada por su abuelo. La parcela vecina cuenta con 27,000 m² de pastos, con seis zonas de pastoreo (de la número ocho a la trece) y el resto son pequeños bosquetes. El ganado entonces pastorea en 3, 700 m², casi cuatro hectáreas. En promedio la capacidad de carga⁹ que se está manejando para este potrero es de 1.75 cabezas de ganado por hectárea, las cuales se manejan de forma rotativa en las actualmente ocho áreas de pastoreo, además de los pastos el ganado es alimentado diariamente con suplementos alimenticios. Se obtuvo el valor de carga instantánea para el módulo, definido por Ortiz et al., (2006), como el número de cabezas de ganado por zona de pastoreo, en este caso callejones.



⁹ Entendida como la relación entre cantidad de animales y la superficie que estos ocupan.

Figura 7. Parcela complementaria a la seleccionada.

Se hicieron diversas cotizaciones con base en las necesidades que el grupo motor planteó. Con un presupuesto de SENDAS por \$20, 000.00, se estableció un convenio entre el ejidatario y SENDAS en el cual el primero se compromete a cubrir el préstamo con su participación en el monitoreo del módulo y recibiendo a visitas de turistas y académicos organizados por SENDAS durante dos años. De esta forma el propietario se mantiene involucrado con el proceso de investigación, y se compromete a su seguimiento (Villasante, 2014).

7.4 Evaluación del módulo inicial

En este apartado es importante recordar lo señala Caporal et al. (2011, p. 108)

atender las trampas del modelo productivista convencional, pues la construcción de agriculturas sustentables requiere otra relación entre agronomía y ecología y de estas con la economía. El enfoque holístico para un nuevo abordaje requiere que se analicen los resultados considerando la estabilidad, equidad y productividad del agroecosistema como un todo y no de un cultivo en particular.

Vale la pena mencionar que el árbol de macadamia establece asociaciones micorrízicas (Symbiotic sciences, s/f), un atributo deseado en las especies que conforman un sistema agroforestal (USD, 1997). Al respecto, Molina et al. (2005) señalan que es muy importante el manejo de los hongos micorrizógenos en el establecimiento de sistemas silvopastoriles, puesto que estos pueden formar parte relevante de la estrategia al facilitar la nutrición, crecimiento y desarrollo de los árboles, entre otros aspectos, y disminuir el tiempo que requiere el árbol para no ser dañado por el ganado.

Son escasos los estudios que documentan las condiciones financieras de los sistemas silvopastoriles. En particular, en Veracruz se produce 14.4% de la producción nacional de carne y el 7% de la producción nacional de leche (Ávila et al., 2014). El acceso a los créditos para los pequeños productores es muy limitado porque no tienen liquidez o activos suficientes, además no cuentan con estudios financieros para demostrar la rentabilidad. El trabajo de Ávila et al. (2014) contrasta la situación de antes y después de la actividad silvopastoril.

El módulo agrosilvopastoril es un proyecto a largo plazo y dado que los árboles de macadamia aún no están en producción y su manejo todavía no integra lo agrícola con lo pecuario, no se puede llevar a cabo una evaluación sistemática de tipo experimental. Como se dijo anteriormente, este estudio se propuso identificar opciones agroecológicas de producción para zona, construyendo así un cimiento para estudios posteriores. La evaluación consistió en la identificación de los indicadores a monitorear y en una estimación económica, usando datos de otros países además de los locales, con la finalidad de ofrecerle al productor un escenario de futuro y lo más realista posible.

En un tercer taller con el grupo motor se identificaron como indicadores a monitorear del módulo a) los litros de leche por área de pastoreo; b) las características químicas y físicas del suelo y c) la sobrevivencia de las plantas de macadamia.

Los litros de leche por área de pastoreo se monitorearon durante un período de diez meses (mayo 2014-febrero 2015), durante los cuales el precio de por litro establecido por la empresa Nestle fue de \$ 5.00 (a precios 2014,) y los costos de producción estimados con el ejidatario fijando su jornal a \$150.00 por día (jornal promedio para la zona), considerando que para manejar su ganado trabaja únicamente medio día, con un gasto promedio por insumos externos como alimentos y medicinas de \$ 24.00 por día, más un gasto anual de semillas de pastos por \$ 3, 200.00

Un registro diario llevado a cabo por el ejidatario en el cual apunta el día, el área de pastoreo, la producción de litros ordeñados en la mañana, litros ordeñados por la tarde, cantidad y tipo de alimento suministrado al ganado, horas de trabajo con el ganado, horas de trabajo dedicadas a la macadamia y una bitácora en la cual el ejidatario registra los distintos sucesos que pudieran acontecer en el día como la venta o compra de ganado, nacimiento de becerros, enfermedades, cambios en los precios de la leche, fertilizaciones etc.

Las características químicas y físicas del suelo que se monitorearon fueron pH, materia orgánica, porcentaje de arcilla, limo y arena. La muestra se tomó a partir de cinco sub muestras de un kilogramo cada, tomadas al azar en el módulo de 0 a 30 cm. Durante el período de secas (mayo). Las submuestras se mezclaron y se transformaron en la muestra de un kilogramo (Borges et al. 2012; De Villiers et al. (2003). Un único muestreo y análisis fue tomada el mes de mayo 2014 y llevado a su análisis en laboratorio.

La sobrevivencia de las plantas de macadamia se monitoreó por intervalos de cuatro meses, durante un año cuatro meses (octubre 2013–enero 2015), registrando la mortandad de individuos y de ser posible el motivo.

La estimación de la producción de macadamia del módulo inicial, se hizo con base en los datos de producción mundial, según MacNut, 2014 y Queensland, 2013. Los precios del mercado local, costos de producción y procesamiento, fueron obtenidos del diagnóstico que se realizó con los Pp. Con lo anterior se proyectó para un lapso de 20 años, edad de las huertas de los Pp del municipio. Cabe mencionar que la evaluación del módulo inicial comprende los primeros datos numéricos.

La producción y calidad de los árboles de macadamia es un indicador que es posible de monitorear hasta el quinto año de su siembra, es por ello que únicamente se marcó y asignó una clave que consiste en el número de callejón y el número de árbol con dirección de izquierda a derecha.

8. RESULTADOS

8.1 Diagnóstico

8.1.1 Mapeo

El mapeo propuesto por la Investigación Acción Participativa (IAP) hizo evidente que el grupo motor comparte afinidades tanto de objetivos como de formas de trabajo. SENDAS está interesada en buscar alternativas agroforestales para promover sistemas productivos que conserven los recursos naturales de la región; los Pp manejan sus huertas de forma amigable con el entorno y los Pe están interesados en conservar el bosque e introducir la macadamia en sus parcelas. Además de estas afinidades todos ellos, incluyendo al investigador, comparten el lugar de vida, por lo que entre ellos existen relaciones previas, ya sea laborales o de amistad, situación favorable para el desarrollo de la IAP.

Los cuatro actores del grupo motor tienen varias características en común, ellas son: comparten el lugar de vida, el apego a la tierra, conservan fragmentos de bosque nativo en sus terrenos y buscan alternativas productivas que ayuden a proteger el futuro de los recursos naturales del

En común	Diferencias
Lugar de vida	El origen
Comparten recursos: agua, el aire	Nivel de estudios
Mismo panorama ambiental (futuro regional)	Nivel económico
Interés por mejorar su producción	Fuente de ingresos principal
Conservan fragmentos de BMM	Aspectos culturales (tradiciones, religión)
Valoran los recursos naturales, el bosque	
Interés por innovar	
Apego a la tierra	

municipio. El mayor número de diferencias las presentó el grupo de los Pe, que son originarios de la región y su fuente de principal de ingresos proviene de su trabajo en el campo. El único grupo de actores que no se encuentra organizado son los Pp. (Tabla 2). Se debe mencionar que el investigador, se puede considerar que está organizado, puesto que pertenece a una colectividad de estudiantes de posgrado de la Universidad Veracruzana.

Tabla 2. Características en común y diferencias entre los actores.

Como ejemplo de lo anterior, un productor emergente comenta ante un visitante que le ofrece comprar la parcela:

No, esta tierra no la vendo, ni aunque me paguen tres millones de pesos por mi parcela. Esto no tiene precio, cada vez que llego y volteo y veo esto, me maravillo, siento mucha paz aquí.

Las expectativas y las afinidades de ambos productores (Pp y Pe) conllevan a que el aporte que estos pueden hacer al desarrollo regional sustentable ambos actores (Pp y Pe) sea relevante, similar y complementario, ya que ambos conservan fragmentos de bosque nativo en, en las cuales producen alimentos, generan un mercado local de consumo. sus parcelas. Los Pp son un actor clave por la experiencia que han generado sobre el cultivo de macadamia en la zona y los Pe, conservan aspectos culturales de la zona importantes de preservar.

Durante las entrevistas, el cien por ciento de los Pp (cinco), coincidieron en estar interesados en participar en este proyecto y en compartir su experiencia sobre la macadamia con ejidatarios y campesinos de la región. La participación de los Pp fue uno de los principales pilares sobre los que se fundamentó el presente estudio, ya que aportaron el conocimiento empírico que han generado por más de dos décadas como productores de macadamia. Sin embargo, durante el desarrollo de los talleres y actividades en campo únicamente dos de los cinco productores pioneros, fueron más activos y propositivos.

Un actor que pudiera ser negativo para el desarrollo del presente estudio es la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SAGARPA) de Veracruz, quien a través del Programa Trópico Húmedo está fomentando el cultivo de los árboles de macadamia, sin considerar la conservación del bosque nativo y de los recursos naturales del municipio. Lo anterior se comprobó a través de uno de los Pe quien fue invitado a participar en dicho programa y comentó ante el grupo motor que la motivación es derribar zonas de bosque de una parcela para sembrar una mayor superficie con macadamia, es decir, huertas de monocultivo en acahuals maduros.

La estrategia que sigue este actor es vincularse con los ejidatarios a través de la Asociación Ganadera del Municipio, en donde se invita a la gente a formar grupos para poder alcanzar las 12 hectáreas que solicita SAGARPA ser recibir la asesoría y la planta de forma gratuita. El investigador decidió formar de este grupo de ejidatarios con la finalidad de apoyar la capacitación e integrar a más productores al mencionado programa, intentando disminuir el potencial negativo que pudiera tener si las huertas se establecen como monocultivos en acahuals maduros.

8.1.2 El escenario de la macadamia en Tlalnelhuayocan¹⁰

A través de las entrevistas se localizaron en el municipio cinco pequeñas huertas productoras de macadamia, un vivero "Olinca", fundado en los 80', primer vivero de macadamia injertada a nivel

¹⁰ A partir del diagnóstico se elaboró un guión cinematográfico para la producción de un video sobre la producción de macadamia en el municipio (anexo 10).

estatal y segundo a nivel nacional, también la procesadora "Macadamia de Veracruz S.P.R. de R.L.", que fue la primera que se instaló en el año 2000 en el estado, después de la procesadora "AgroEba" en Uruapan, Michoacán; siendo la macadamia un árbol exótico cultivado en los traspatios de las casas de los lugareños de Tlalnahuayocan.

El vivero "Olinca" se ubica en Mesa de Gómez, Tlalnahuayocan, fue fundado en los años 80's¹¹, con material proveniente de Uruapan, Michoacán, del vivero "La Alberca". El vivero ha producido alrededor de 100,000 plantas injertadas de muy distintas variedades, pudiendo así encontrar plantas tanto para la zona templada como para zonas más bajas. Actualmente el vivero es manejado por uno de los hijos del fundador.

La procesadora "Macadamia de Veracruz S.P.R. de R.L." se fundó en el año 2000 y se ubica en el poblado de Rancho Viejo. Se trata de una microempresa con cuatro empleados administrativos y nueve empleados de producción de los cuales siete son mujeres.

Esta empresa reportó que existe una demanda de veinte toneladas por año a nivel nacional, no obstante y debido a la poca oferta que tienen de nuez en concha, únicamente procesan en promedio de seis a diez toneladas de almendra anuales. Algunos de sus clientes son: Chedraui, La Europea, varias tiendas gourmet o de productos orgánicos y desde hace cinco años participa en la feria de productos mexicanos que organiza el Corte Inglés en España.

Ofrecen varios productos elaborados a partir de la nuez de macadamia como son galletas, polvorones, chocolates, crema de chocolate con macadamia, nuez enchilada, salada y natural. Las dos últimas representan el 60% del volumen de venta de la nuez.

La empresa reconoce como sus aciertos la calidad que han sabido cuidar a lo largo de todo el procesamiento y comercialización de su producto. Manifiestan que la mayor dificultad han sido las condiciones difíciles que establecen las tiendas departamentales para el pago a tiempo del producto. Recomienda a los nuevos productores que incursionen en la producción de nuez orgánica certificada pues además de un mejor precio, es el mercado que presenta una mayor demanda que ellos no pueden cubrir.

8.1.3 El perfil de los productores pioneros

Las huertas de macadamia de Tlalnahuayocan cubren una superficie de veinte hectáreas, lo que representa el 0.7% de la superficie de municipio. Estas huertas tienen en promedio al menos veinte años de edad y el perfil de los productores es muy particular, homogéneo y distinto al de los ejidatarios o campesinos de la región: a) ninguno es originario de Tlalnahuayocan; b) son artistas

¹¹ El fundador fue el Sr. Enrique Valderrama, amante de la naturaleza, en particular de las plantas.

y/o profesionistas de clase media¹² con vínculos amistosos entre ellos. Los propietarios de las huertas tienen en promedio 56 años de edad, y un nivel escolar muy por encima de la media de la zona de estudio. Sus huertas muestran un aprecio y cuidado por el medio ambiente, tanto en el manejo como en el procesamiento de la nuez.

8.1.4 La producción de las huertas del municipio

Las huertas se encuentran en promedio a 1463 msnm. Las variedades de macadamia más cultivadas en la zona son A-527 y Huatusco, sin embargo también se encuentra: Lewis, Victoria, 560, Makai, Keauo, York, Ika-Ika y Cate. De las anteriores las más recomendadas por los mismos productores por su adaptabilidad y mejor producción para la zona son: A-527, Huatusco, Lewis y Victoria.

Las huertas de macadamia presentan una densidad promedio de 250 árboles por hectárea, actualmente una de ellas está experimentando una parcela que aún no está en producción, con una densidad de 400 árboles por hectárea (tabla 3).

Tabla 3. Datos generales de las cinco huertas de macadamia.

Dato	Máxima	Mínima	Promedio
Altura msnm	1489	1432	1463
Superficie ha.	12	.2	3
Densidad de árboles/ha.	400	200	250
Producción kg/árbol	23	6	11.4
Producción kg/ha.	5800	1200	2800
Precio kg almendra (pesos mexicanos)	225.00	130.00	163.00

¹² Se consideró clase media a quien vive bajo las siguientes circunstancias: vehículo de no más de siete años, trabajadora doméstica para el quehacer de la casa, al menos un viaje al extranjero al año y comprar parte de sus necesidades diarias en tiendas transnacionales.

La producción de concha (kg/NIS¹³) por árbol es en promedio de 11.4, a pesar de ser plantaciones de edad muy similar su cosecha varía significativamente entre las huertas, desde seis hasta veintitrés kilogramos por árbol (tabla 3). Lo que equivale a una producción por hectárea máxima de 5,800 kilogramos (NIS) y mínima de 1,200 kilogramos (NIS). Al respecto, vale la pena mencionar que la huerta con el valor mínimo de producción, fue establecida con el propósito de producir distintas variedades de vareta para injerto, no todas aptas para producir en la zona.

Debido a los factores ambientales y al poco manejo de podas que reciben las huertas del municipio, la cosecha varía de año en año, sin embargo podemos decir que durante la cosecha 2012-2013 se cosecharon en el municipio de Tlalnelhuayocan 81,500 kilogramos de macadamia en concha, esto es 81.5 toneladas, de las cuales se estima un rendimiento promedio del 25%, obteniéndose 20,000 kilogramos de almendra para los productores del municipio.

8.1.5 Organización y mercado

Actualmente no existe una organización entre los productores (Pp) para comercializar su producto, ni para intercambiar experiencias sobre el cultivo, por lo que los talleres realizados durante esta investigación fueron un espacio valioso de reencuentro e intercambio de conocimientos.

En años anteriores los Pp vendían un porcentaje de su cosecha en concha y otro en almendra. Debido a la gran demanda de los últimos diez años, los Pp están vendiendo casi el 100% de su cosecha en forma procesada. Algunos de los productos que comercializan a nivel local son macadamia natural, salada, enchilada, en salsas, galletas y mazapanes, teniendo una mayor ganancia de su producto. El precio promedio en pesos por kilo de almendra de 163 variando desde 130 hasta 225 (tabla 3). Estos productores reciben ingresos de otras actividades productivas y de servicios profesionales. A pesar que la superficie cultivada de macadamia y las pocas prácticas de manejo que realizan, los Pp obtienen al menos el 30% del total de sus ingresos, representando una actividad económica importante.

Un productor pionero responde la pregunta: ¿está interesado en sembrar más macadamia?:

Por supuesto que sí, la macadamia es un cultivo noble, sencillo y el mercado es impresionante, claro que voy a sembrar más”.

8.1.6 Manejo de las huertas

Los Pp de macadamia tienen un peculiaridad apreciable, demuestran un aprecio por el entorno; la mayoría de las huertas fueron originalmente potreros, que reforestaron con macadamia como una

¹³ NIS proviene de Nut in shell, esto es, nuez en concha (cubierta excesivamente dura de color café, que protege la semilla. NIS se aplica para describir la nuez de macadamia en cualquier momento a partir de que ha sido descascarada hasta antes de ser quebrada (Kermond et al., 1996).

alternativa productiva; conservan en sus terrenos, relictos de bosque o áreas de regeneración (figura 8); realizan las labores de manejo sin agroquímicos, convirtiendo al cultivo de la macadamia en una actividad singular en la región, que puede servir de inspiración para que los Pe o nuevos productores repliquen dichos sistemas.



Figura 8. Relicto de bosque en el lindero de una huerta de macadamia.

Un productor pionero durante una entrevista afirma:

Hemos diseñado las huertas entre el bosque para que ambas se favorezcan, se da una interacción entre ambas que es muy importante.

Las huertas son trabajadas por ejidatarios del municipio con educación primaria terminada. Cada huerta contrata tres trabajadores fijos, en casi todos los casos al menos uno de los trabajadores han permanecido desde el establecimiento de la huerta, por lo que tienen más de veinte años de experiencia y han sido testigos del desarrollo de la plantación. En todos los casos, la participación de la mujer ejidataria se hace presente como empleada en la etapa del procesamiento de la nuez.

Fertilización

La fertilización suele ser muy variable de una huerta a la otra, tanto en la época de aplicación, y frecuencia como de los tipos de insumos que se utilizan fertilizan. Los Pp fertilizan sus huertas una vez al año con restos orgánicos de la cosecha o podas del terreno, todos utilizan el pericarpio de la

nuez hecho composta (anexo 5). Únicamente una de las huertas posee certificación oficial como huerta orgánica por Bio-Cert. Se observan curvas de nivel, terrazas y cercos vivos, para proteger el suelo de la erosión causada principalmente por el agua. En algunos casos se ha permitido el crecimiento especies arbóreas nativas dentro de la huerta.

Laboreo

Durante la temporada de cosecha se mantiene limpio el suelo bajo la copa de los árboles. El control de malezas se realiza con machete o azadón, y mediante prácticas como el pastoreo de caballos (anexo 6) y con chapeadoras mecánicas y/o de a gasolina, nunca se aplican herbicidas.

Las prácticas de manejo como fertilizaciones y/o podas son actividades que no tienen una regularidad en cada ciclo de cosecha, los productores las realizan según el capital disponible y cuando lo juzgan necesario. Únicamente uno de los productores tiene establecidos de manera fija en cajones de abeja en su huerta, para aumentar su producción, ya que el mayor porcentaje de la polinización de este fruto es llevada a cabo por los insectos, principalmente abejas melíferas, obteniendo además una cosecha de veinte kilogramos de miel anual.

Podas

El poco manejo de podas que existe en las huertas ha provocado que al interior de los árboles no penetre la luz solar, reduciendo su producción. Es evidente la necesidad de realizar un taller teórico práctico de podas en macadamia para los productores que deseen cultivarla.

Aunque no se realizó un estudio sistemático sobre la biodiversidad existente en las huertas de macadamia, durante las visitas pudimos observar gran variedad de organismos que encuentran alimento o su hábitat en ellas, tales como ardillas, bromelias, musgos, líquenes, algunos colibríes (anexo 7).

Plagas

La ardilla es la principal plaga y en segundo lugar es la tuza en las huertas de macadamia, ambas se estiman daños del 30% del total de la cosecha. Cada productor continúa diseñando formas naturales para controlar estos animales, desde contratar “tuzeros”, con “charpe¹⁴”, con el empleo de plantas, perros, etc. Dos cultivadores de macadamia coinciden en la necesidad de obtener información sobre el control de las ardillas de manera natural y se preguntan:

¿Quién es el depredador natural de las tuzas y/o ardillas? ¿dónde está? Mientras que uno de ellos señala que es el gavilán quien ha sido mermado de sus poblaciones naturales por el ser humano, ya que se alimenta de los pollos pequeños que cría la gente.

¹⁴ Tuzero: persona hábil para capturar tuzas. Oficio en peligro de extinción. Charpe: aparato rudimentario para tirar piedras.

8.1.7 Fenología y manejo del cultivo en la zona

En la zona de estudio la floración del árbol de macadamia comienza a finales de febrero, el momento pico es mayo, por lo que es el momento ideal para incluir cajones de abeja en las huertas. El período de cosecha comienza en agosto y se extiende hasta enero o febrero, lo que aumenta el costo de recolección pues esta se da lo largo de casi ocho meses. Es común que la cosecha se traslape con el inicio de la floración, lo que dificulta la decisión sobre el momento de realizar las podas, sin embargo de manera general estas se deben realizar durante febrero o marzo (figura 9). En la región el viento es el que más perjudica a estos árboles, es por ello que algunos productores los fijan a sencillas estructuras de madera (anexo 8). El granizo también los afecta, principalmente si ocurre durante la floración.

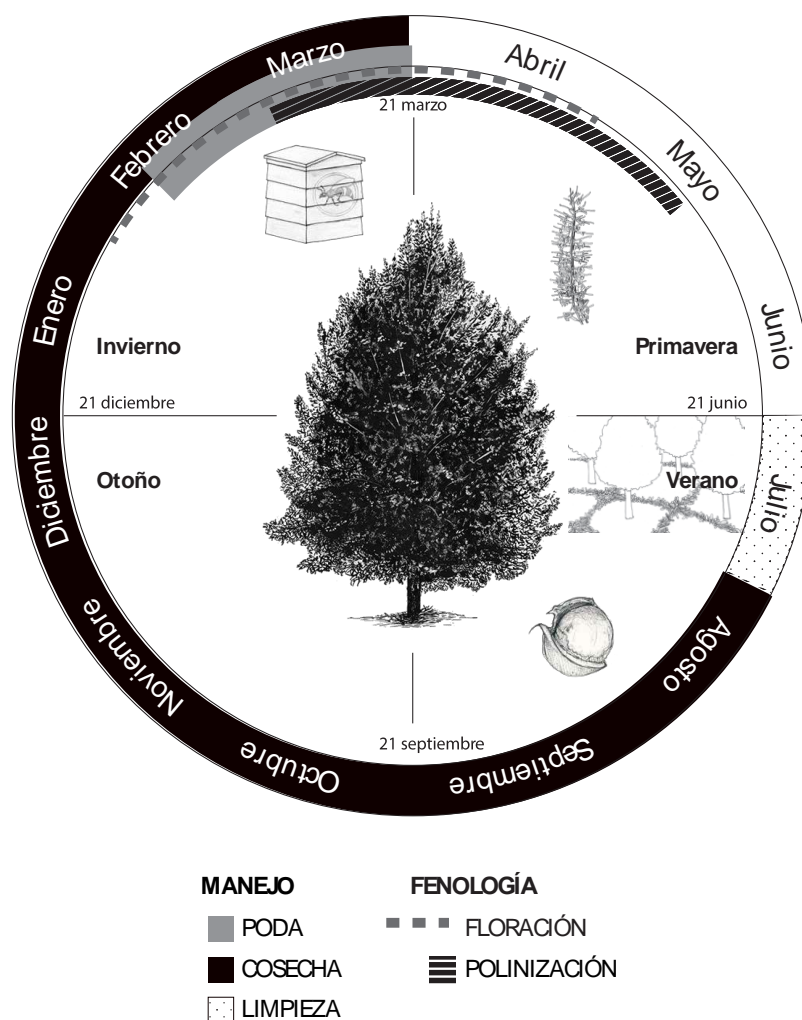


Figura 9. Fenología y manejo de macadamia en el municipio de Tlalnahuayocan.

Debido a la demanda cada vez mayor de sus clientes, los productores coinciden en estar interesados en continuar y mejorar las condiciones de su cultivo, resembrar su huerta o superficies. Uno de ellos instaló un vivero productor de planta de macadamia con el apoyo de un programa de la SEDARPA Trópico Húmedo (anexo 9).

Uno de los productores pioneros comenta:

“Yo deseo sembrar más macadamia por la alta demanda del mercado que actualmente no puedo satisfacer, es un cultivo rentable, además considero que la macadamia se integra al paisaje biocultural, no es un árbol que entorpezca sobre la biodiversidad de la zona y contribuye a un agroecosistema más benévolo con el medio ambiente. Por lo que estoy interesado en compartir mi experiencia para promover este cultivo de manera orgánica y con pequeños productores”.

Otro productor pionero señaló:

Hace 25 años un grupo de gente se inició en este cultivo, probaron distintas variedades y ahora ya se sabe cuáles son más adecuadas. Mi interés es de diversificar las parcelas y me interesa tener más materia prima.

En el primer taller realizado en la etapa del diagnóstico, al devolver la información recabada durante la observación participante y las entrevistas, los Pp se sorprendieron del poco volumen que se produce en el municipio; reconocieron la importancia de realizar este inventario regional y la utilidad de intercambiar experiencias con los demás productores de macadamia de la región. Cabe señalar que a los Pp que no asistieron al taller se les envió un reporte escrito de los resultados obtenidos, con la intención de devolverles la información recabada y mantenerlos activos en la presente investigación.

Durante este segundo taller, a través de la técnica grupos de discusión, los Pp identificaron como problemáticas de la región: la pérdida de los bosques y altos niveles de pobreza, además de una incidencia de alcoholismo. Los Pp coinciden en que el cultivo de la macadamia puede ser una alternativa productiva que contribuya a disminuir la pobreza y pérdida del bosque nativo, debido al potencial de la zona para su cultivo de forma sustentable y el mercado en crecimiento que presenta esta nuez. Los Pp enfatizan que el desafío de esta estrategia productiva es que se debe promover que el cultivo se desarrolle de forma orgánica y no se extienda en áreas de bosque o de milpa. Los Pp comentaron también que la organización de los cinco Pp como un grupo es quizás muy difícil de lograr, pues ya se ha intentado anteriormente y han surgido diferencias entre ellos, sin embargo, los dos Pp asistentes pronunciaron su interés de participar en la presente investigación brindando su experiencia e intercambiando conocimientos con los demás actores.

8.1.8 Salidas de campo. Aprendiendo con los Pe sobre la macadamia

Las visitas a otros sitios de producción advirtieron la gran demanda que tiene la nuez en el mercado local e internacional y demostraron el gran potencial que tiene la macadamia bajo muy distintos escenarios y formas de manejo. Como se puede observar en la siguiente tabla (tabla 3),

los árboles de las tres huertas visitadas tienen las mismas variedades y de edades muy similares. Sin embargo, en el sistema agrosilvopastoril visitado en Coscomatepec, se obtiene el doble de producción por árbol que en los otros dos. Lo anterior puede deberse al programa calendarizado y tipo de fertilización que se lleva a cabo en esa huerta (figura 10).



Figura 10. Sistema silvopastoril en Coscomatepec, Veracruz.

El sistema agrosilvopastoril fue el que más generó interés, dudas y motivación por parte de los Pe, por lo que además de la ficha sistemática, se realizó un video documental.¹⁵ En este sistema los árboles de macadamia de distintas variedades se encuentran distribuidos aleatoriamente a una densidad de 60 árboles por hectárea. El ganado es tipo Fleckvie, doble propósito (leche y carne), sin embargo el negocio principal de esta finca es la producción y venta de semen de alta calidad. El origen de este sistema silvopastoril no fue intencionado, el trabajador de la huerta cuenta que hace diez años cuando su patrón compró el terreno, los árboles de macadamia tenían ya aproximadamente ochos años y se introdujo el ganado, el cual no perjudicó a los árboles más que en las ramas inferiores. Actualmente el trabajador afirma que el árbol de macadamia no afecta al ganado, al contrario le brinda beneficios como la sombra y además señala que es bajo los árboles donde el crecimiento de los pastos es mejor (figura 11).

¹⁵ link: <http://www.youtube.com/watch?v=yICI1hK1C-w>



Figura 11. Becerros en el sistema silvopastoril, Coscomatepec, Ver.

Tabla 3. Huertas de macadamia visitadas y algunas características.

Experiencia	Zona de Veracruz	Altura msnm	Edad árbol	Superf. ha.	Árboles ha.	kg / Árbol	kg / ha	Ingresos salarios mínimos \$20 / kg
Macadamia orgánica	Tlalnelhuayocan	1463	23	5	200	6	6000	1875
Macadamia -Café- Plátano	Chocamán	1400	21	.8	98	9.9	776.2	243
Macadamia -Ganado	Coscomatepec	1588	20	2	60	20.8	2500	781

8.2 Diseño y establecimiento del módulo inicial

8.2.1 Módulo inicial agrosilvopastoril

Cabe recordar que el diseño agrosilvopastoril se elaboró durante el segundo taller participativo, en el cual se consensó sobre el potencial de este sistema en la región, dado que la mayor parte del uso de suelo es de potreros extensivos. Se discutió principalmente sobre las densidades posibles de planta por hectárea y sobre los sistemas para proteger las plantas del ganado durante los primeros años del sistema.

Un Pp comentó:

Habría que buscar un equilibrio, entre cantidad de vacas y árboles, son fórmulas que habría que encontrar. -El juego es acomodar las plantas de macadamia, sin perjudicar la producción de pasto.

Como se mencionó anteriormente el propietario de la parcela brindó aproximadamente una hectárea de su predio para establecer un módulo inicial agrosilvopastoril y llevar a cabo su monitoreo. En un área de poco más de una hectárea ($10,328 \text{ m}^2$) en un arreglo de siete callejones de 110 m de largo por 11 m de ancho (con un pasillo al oeste para el paso del ganado), se sembraron los 80 árboles de macadamia. Dado lo plano del terreno y considerando lo práctico que representaría en un inicio poder modificar el arreglo del sistema, para la protección de los árboles se instaló cerco eléctrico con postes móviles. El cerco eléctrico se instaló a un metro de distancia del árbol, en dos líneas de cada lado, lo cual disminuyó el área de en un 7.5% (figura 12).

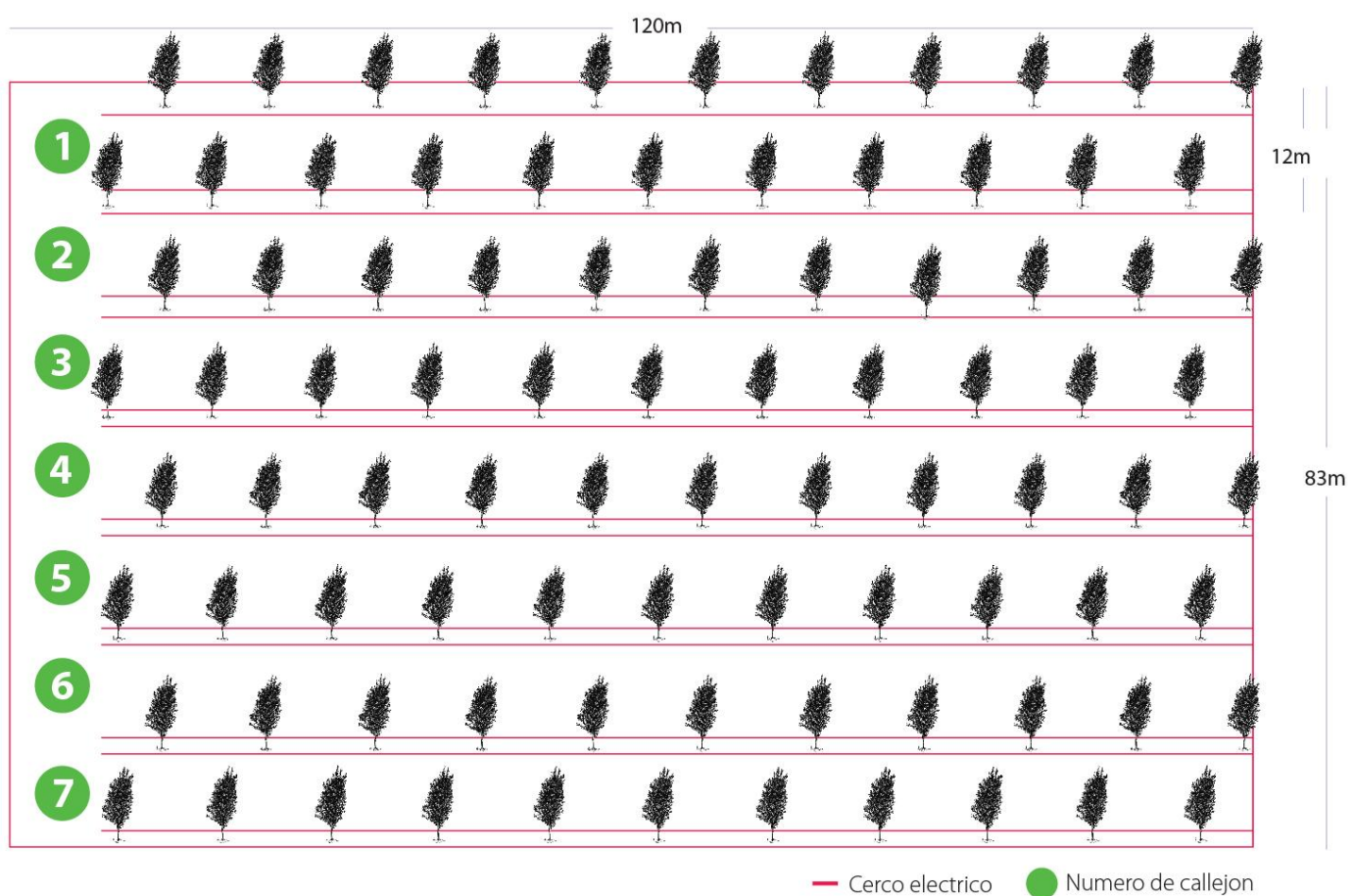


Figura 12. Esquema del módulo inicial agrosilvopastoril establecido con un arreglo en callejones.

Los elementos que integran el sistema silvopastoril inicial son: siete cabezas de ganado raza Holstein, 80 árboles de nuez de macadamia variedades A-527 y Huatusco y con el objetivo de homogenizar la producción de leche a lo largo del año se introdujeron semillas de tres pastos mejorados, recomendados en proporción y variedad, durante una visita a la Asociación Ganadera de La Joya, Veracruz: Orchard (*Dactylis* sp.) 45%, Western (45%) y trébol (*Trifolium* sp.) 10%).-Se sembraron 60 kilogramos de semilla únicamente en los callejones del uno al cinco, dejando el seis y el siete como testigos. El costo total de la semilla fue de \$3,200.00 (equivalente a 52 salarios mínimos, 2014). Estos pastos se deberán resembrar una vez por año en los meses de noviembre o diciembre (figura 13).



Figura 13. Elementos que integran el modulo inicial agrosilvopastoril (Fuente: elaboración propia).

Con la finalidad de probar si el tamaño de la planta de macadamia incide con el éxito de su sobrevivencia, se sembraron 50% de los árboles de seis años¹⁶ y el otro 50% de dos años (edad promedio recomendada para establecer huertas de macadamia). En los mismos porcentajes por cada variedad. Cabe señalar que estas fueron las variedades recomendadas por los Pp.

¹⁶ Aunque no se recomienda comercialmente árboles de más de 3 años en vivero, en este caso se pretende probar su éxito en sistemas agrosilvopastoriles.

Actividades adicionales en el módulo inicial agrosilvopastoril.

En la parcela el ejidatario tiene diversas actividades a lo largo del año como son la milpa, la renta del área de milpa para la siembra de papa, la actividad lechera y ahora se suma la macadamia del módulo agrosilvopastoril (figura 14). En el mes de marzo se siembra el maíz y se cosecha en octubre. En noviembre parte del terreno se renta por cuatro meses para el cultivo de papa de temporal.

La cosecha de macadamia empieza en agosto y presentará su pico de producción en los meses de octubre y noviembre, justo en el período de menor producción de leche, por lo que económicamente hablando la macadamia representará un ingreso extra en el momento de menores ingresos del ejidatario.

De manera general podemos decir que las principales actividades de manejo en los árboles de macadamia son las siguientes: durante el mes de enero es importante colocar rastrojo en los ruedos de los árboles con la intención de proteger las raíces de las posibles heladas. En octubre, temporada de vientos es importante colocar y/o supervisar las estacas que dan soporte a los árboles. Entre febrero y marzo habrá que realizar podas de dosel para que la luz solar penetre al centro del árbol y para controlar la sombra del árbol sobre los pastos para el aprovechamiento del ganado.

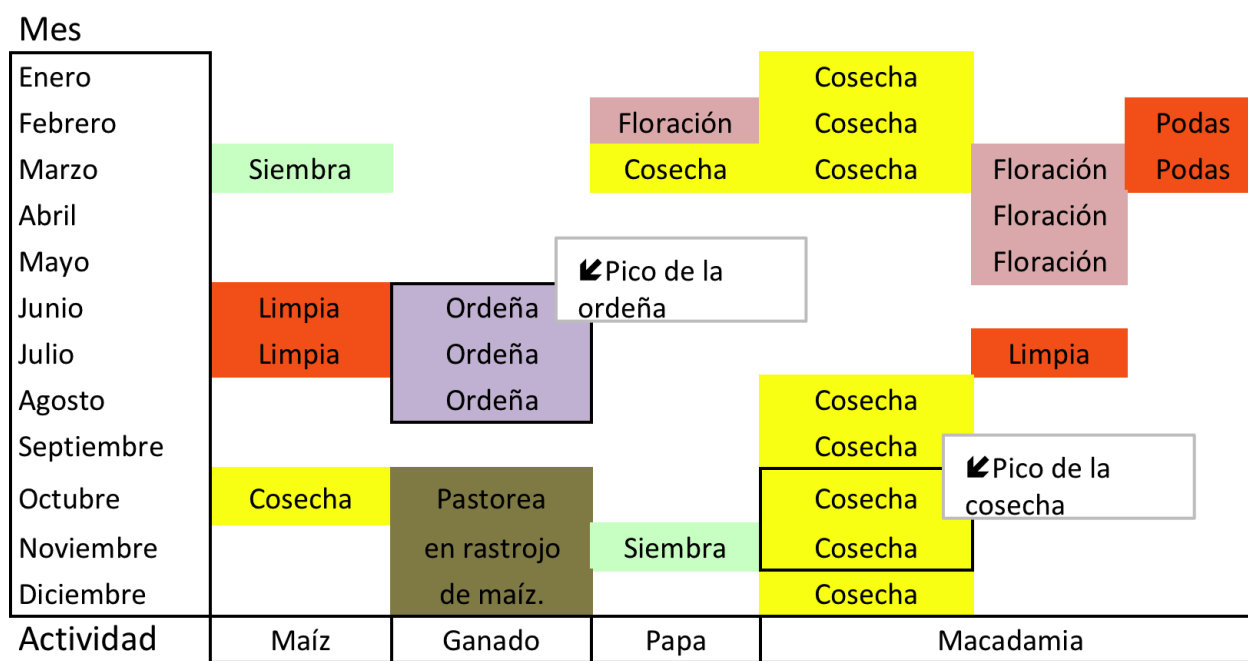


Figura 14. Calendario de actividades agroecológicas y fenología de la parcela.

El sistema agrosilvopastoril proporciona diversos beneficios destacados que son importantes de evaluar como son:

- a) sombra de los árboles es sombra también para el ganado durante el periodo de calor;
- b) las raíces del árbol de macadamia, así como sus hojas mejorarán y aumentarán la materia orgánica del suelo;

- c) el rastrojo del maíz es utilizado como alimento para ganado y para proteger los árboles de las heladas;
- d) el bagazo sobrante de la extracción de aceite de la macadamia se puede utilizar como complemento alimenticio para el ganado y
- e) la cáscara verde (pericarpio) puede formar parte del abono que se reutilizará en la huerta, junto con el excremento del ganado, con lo que se mejora el ciclo de nutrientes dentro del sistema.

8.3 Evaluación del módulo inicial

8.3.1 Indicadores monitoreados

En cuanto al resultado sobre litros de leche por área de pastoreo, se tiene en este período una producción de producción de 70 lt en promedio por día (por las siete vacas), con un valor mínimo de 56 lt el mes de mayo y el máximo de 86.5 lt el mes de junio; sin embargo, este monitoreo aún es insuficiente y los datos no son concluyentes sobre el resultado que tiene la siembra de los pastos sobre la producción de la leche (anexo 22).

Durante este período de conteo de litros de leche, el Pe suministró al ganado un bulto de suplemento alimenticio por día, de \$220.00 y gastos mensuales promedio de \$500.00 de medicinas. Dedicó en promedio cinco horas de trabajo al ganado y 16 horas a la macadamia.

Un cálculo aproximado sobre las horas de trabajo en las distintas actividades, nos indica que para el año doce de producción, se requerirán 300 días de trabajo de un trabajador,. Los costos de cada actividad se incluyeron los jornales necesarios, fijando en \$150.00 por día, que corresponda a un salario de \$3,800.00 mensuales que se suman a la utilidad (el jornal medio en la zona de \$150.00 por día¹⁷).

Otras de las ventajas de introducir la macadamia en los potreros, es la mejor relación entre la utilidad y el trabajo requerido, además de no ser tan demandante e inflexible como lo es atender al ganado (figura 15).¹⁸

¹⁷ Ingreso = salario + renta actividades productivas.

¹⁸ Considerando el porcentaje de aportación de la actividad respecto y al del tiempo de trabajo en cada una de las actividades, para el año 12. La macadamia % utilidad /%trabajo = 21/22 = 0.95 ganado 55/63= .87

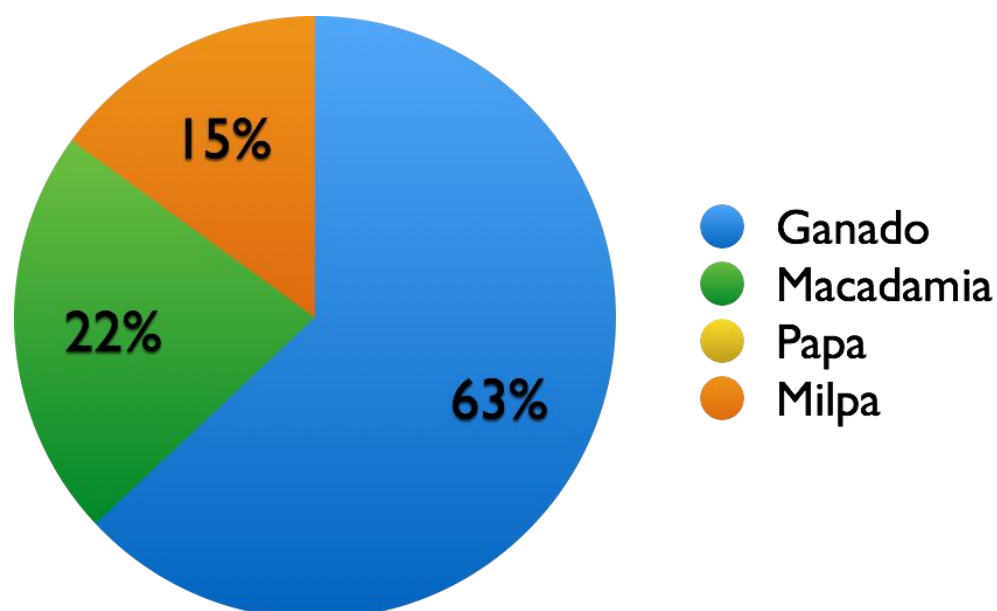


Figura 15. Proyección de la distribución de los jornales por actividad económica a los doce años.

El estudio realizado sobre las características del suelo determinó un pH de 5.2 y el contenido de materia orgánica del 25.71%, carbono orgánico 15%, arcillas 24.7 %, limo 31.8 % y arena 43.4%, lo cual da la suelo la clase textural franco. Estas características son adecuadas para establecer los árboles de macadamia (anexo 21).

La mortandad de las plantas de macadamia del módulo agrosilvopastoril fue de 31%, el 80% corresponde a las mayores de seis años, 10% a daños por el ganado y 21.25% a heladas ocurridas durante los meses de octubre a enero 2014. De las plantas sobrevivientes, el 60% ha sido en algún momento comida por el ganado, lo que hace evidente que el cerco eléctrico no fue protección suficiente para los árboles del ganado (tabla 3).

Tabla 4. Supervivencia de plantas en el módulo inicial.

Concepto	Porcentaje	Heladas	Daño por ganado	Árboles mayores de 6 años	Árboles de 2 años
Sobrevivencia	69%				
Mortandad	31%	21%	10%	20%	80%

8.3.2 Estimación económica del módulo

Los costos y utilidades de la implementación del módulo agrosilvopastoril (tabla 5), tuvo una inversión inicial financiada por SENDAS de \$16,000.00 por hectárea, aproximadamente, lo que

equivale a 251 salarios mínimos (2014). La inversión consistió en la compra de 80 plantas (30% del presupuesto), un rollo de 500 m de cerco eléctrico (40% del presupuesto), 29 Jornales (30% del presupuesto) en jornales para el establecimiento y manejo (abono y podas) durante un año (tabla 4).

Tabla 5. Costos para iniciar un sistema agrosilvopastoril con macadamia de una hectárea de superficie.

Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario pesos MXN	Subtotal
Plantas	80	unidad	\$60.00	\$4,800.00
Material cerco eléctrico	1	unidad		\$6,538.00
Establecimiento	14	jornales	\$150.00	\$2,100.00
Manejo anual ¹⁹	15	jornales	\$150.00	\$2,730.00
Total				\$16,168.00

El costo del manejo anual se definió de la siguiente forma:

- a) luz anual \$480.00 más tres veces al año limpiar los ruedos de los árboles, dos días por vez, dan seis días.
- b) Abono dos veces al año, dos días por vez (cuatro días).
- c) Colocar estacas en época de viento, un día.
- d) Colocar protección en el suelo contra heladas, dos días.

En total son 15 días al año de manejo durante los cinco primeros años, previo a la producción. Se calcula para la cosecha una vez por semana durante cinco meses, 20 días más en total 35 días a \$150.00 por día, \$5, 220.00.

Suponiendo que todas las plantas vivirán 20 años y si toma en consideración la edad mínima de las huertas pioneras sobre las cuales se hizo el diagnóstico del municipio, en la tabla 5 se muestra una proyección de los costos y las utilidades de las 80 plantas de macadamia sembradas en el módulo, en unidades de salarios mínimos (\$63.77).

Tabla 6. Costos e ingresos del sistema agrosilvopastoril propuesto.

	80		\$ 2,250.00	\$ 20.00	Sm \$63.77	\$30.00 kg	\$ 163.00		
Año	Kg/árbol	Kg/ha.	almendra/ha	Gasto campo	Ingreso venta (NIS)	Utilidad (NIS)	Costo de procesado kg almendra	Ingreso venta almendra	Utilidad almendra
1	0	0	0	16,168	0	-254	0	0	-254
2	0	0	0	2,250	0	-35	0	0	-35
3	0	0	0	2,250	0	-35	0	0	-35
4	0	0	0	2,250	0	-35	0	0	-35
5	1	80	20	2,810	1,600	1,556	600	3,260	3,207
6	2	160	40	3,370	3,200	3,147	1200	6,520	6,448
7	4	320	80	4,490	6,400	6,330	2400	13,040	12,932
8	6	480	120	5,610	9,600	9,512	3600	19,560	19,416
9	9	720	180	7,290	14,400	14,286	5400	29,340	29,141
10	11	880	220	8,410	17,600	17,468	6600	35,860	35,625
12	13	1040	260	9,530	20,800	20,651	7800	42,380	42,108
14	14.5	1160	290	10,370	23,200	23,037	8700	47,270	46,971
16	15.5	1240	310	10,930	24,800	24,629	9300	50,530	50,213
18	16.5	1320	330	11,490	26,400	26,220	9900	53,790	53,455
20	17	1360	340	11,770	27,200	27,015	10200	55,420	55,075

La cosecha de macadamia del módulo será pequeña durante los primeros años, para ello se considera que los Pe vendan la nuez en concha. Sin embargo, la diferencia de ingresos a partir del décimo año, evidencia que será necesario la capacitación sobre el procesamiento de la nuez y obtener un valor agregado al producto. En la figura 16 se muestra la comparación entre las utilidades obtenidas al vender el producto en concha o en almendra.

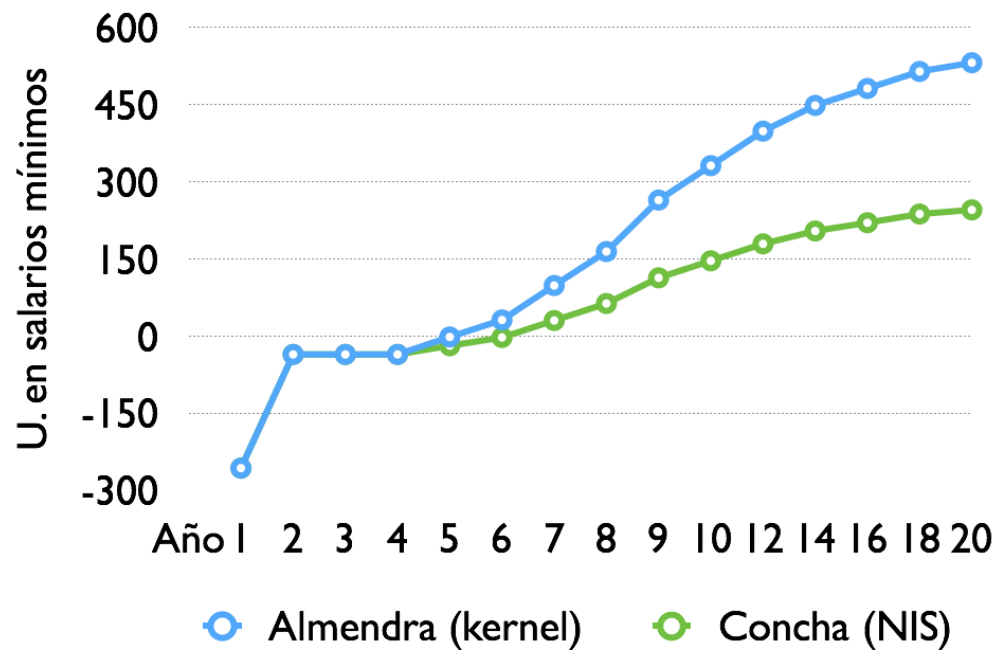


Figura 16. Comparación de las utilidades si la nuez es vendida en concha o en almendra.

Tomando en cuenta la posible repercusión que pudiera tener la sombra de una densidad excesiva de árboles sobre el crecimiento de los pastos para el ganado, se estimaron utilidades para dos distintas densidades de 50 y 80 árboles/ha. La primera es un valor menor al observado en la experiencia de los sitios visitados, con la garantía de que no interfiera la sombra del árbol de macadamia sobre el crecimiento de los pastos): La segunda, es la densidad establecida en el módulo. Como se puede observar en la figura 16 ,para sembrar 50 plantas en una hectárea, el ejidatario comenzará a recibir ingresos a partir del sexto año. Lo anterior hace diferencia con lo que sucederá en el caso de que se siembren 80 plantas, donde se comenzará a obtener utilidades a los cinco años; sin embargo, a partir del décimo año, la diferencia sería mayor a diez mil pesos al valor actual. Es importante tomar en cuenta que la diferencia en la inversión inicial de sembrar a una densidad de 50 o a 80 árboles por hectárea, es mínima (figura 17), así como también el trabajo necesario para su manejo. Con un manejo adecuado con 80 unidades por hectárea, los árboles podrían no generar sombra para el crecimiento del pasto, a la vez que una mayor densidad le proporciona al ejidatario mayores ingresos y la posibilidad de seleccionar las plantas productivas.

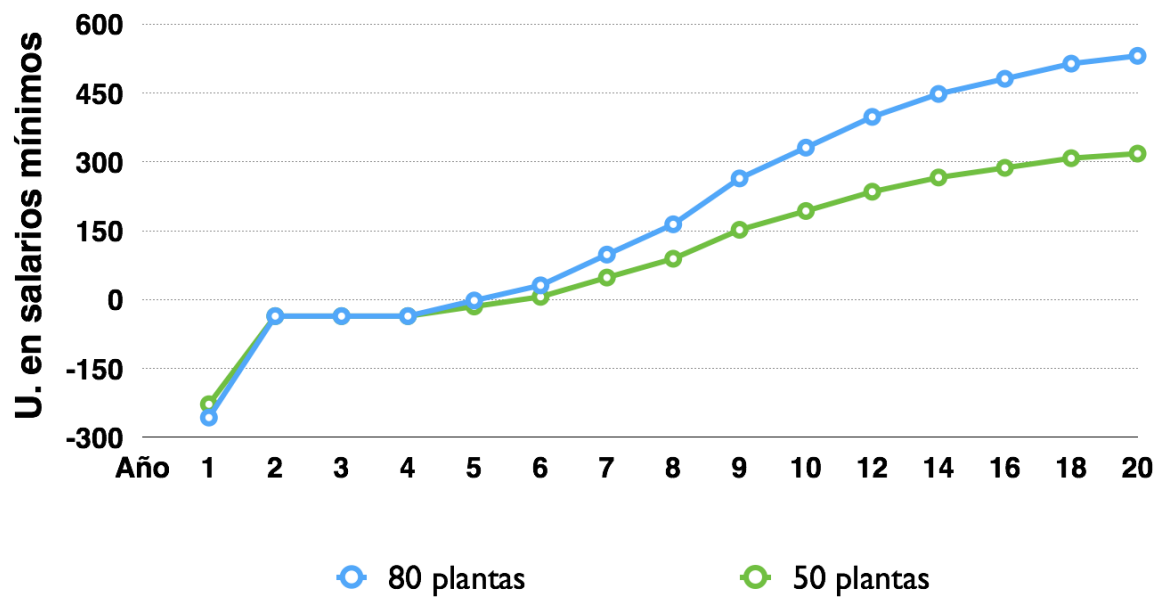


Figura 17. Proyección económica a veinte años bajo dos densidades de plantas.

En la figura 18 se compara en el mismo lapso de tiempo, la producción del sistema agrosilvopastoril con se compara con la actividad ganadera. Podemos ver claramente como el comportamiento económico es muy distinto entre ambas actividades; la inversión del ganado es superior a la de la macadamia, así como también el año de retorno de la inversión. Sin embargo, a partir del séptimo u octavo año, la utilidad de la macadamia comienza a superar a la del ganado hasta duplicarla para el año veinte. Hay que señalar que estos datos se analizaron en una hectárea de macadamia contra cuatro para el pastoreo de las siete vacas, como lo es el caso que nos ocupa.

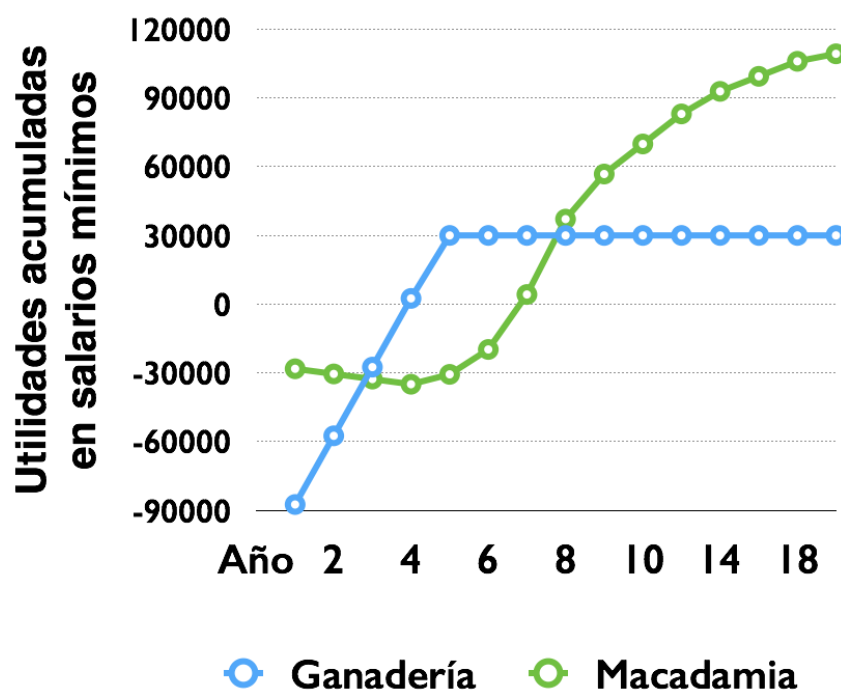


Figura 18. Distribución de utilidades acumuladas ganadería y huerta de macadamia.

Actualmente en el módulo agrosilvopastoril, el 70% de los ingresos provienen del ganado. De las proyecciones realizadas, durante los primeros veinte años (figura 19), se puede observar como los ingresos por la macadamia se van agregando paulatinamente. Por ejemplo, a los ocho años, el ingreso total del sistema, considerando que las demás actividades económicas se mantengan constantes, se incrementarán en un 9%, 26% a los doce años y 33% a los dieciséis años. En estos mismos años los ingresos esperados provenientes del cultivo de macadamia representarían el 8% del ingreso total, duplicándose al año 16, en el cual representarían el 24%, mientras que la aportación de la actividad ganadera disminuye hasta el 53%. Para el caso de la papa el ingreso se mantiene constante pues es rentada la hectárea y para el caso de la milpa aunque es para consumo familiar, en base a la cosecha mencionada por el ejidatario y el precio de compra en la región se realizó la estimación de que la milpa representa en ingresos económicos 126 salarios por cosecha (figura 20).

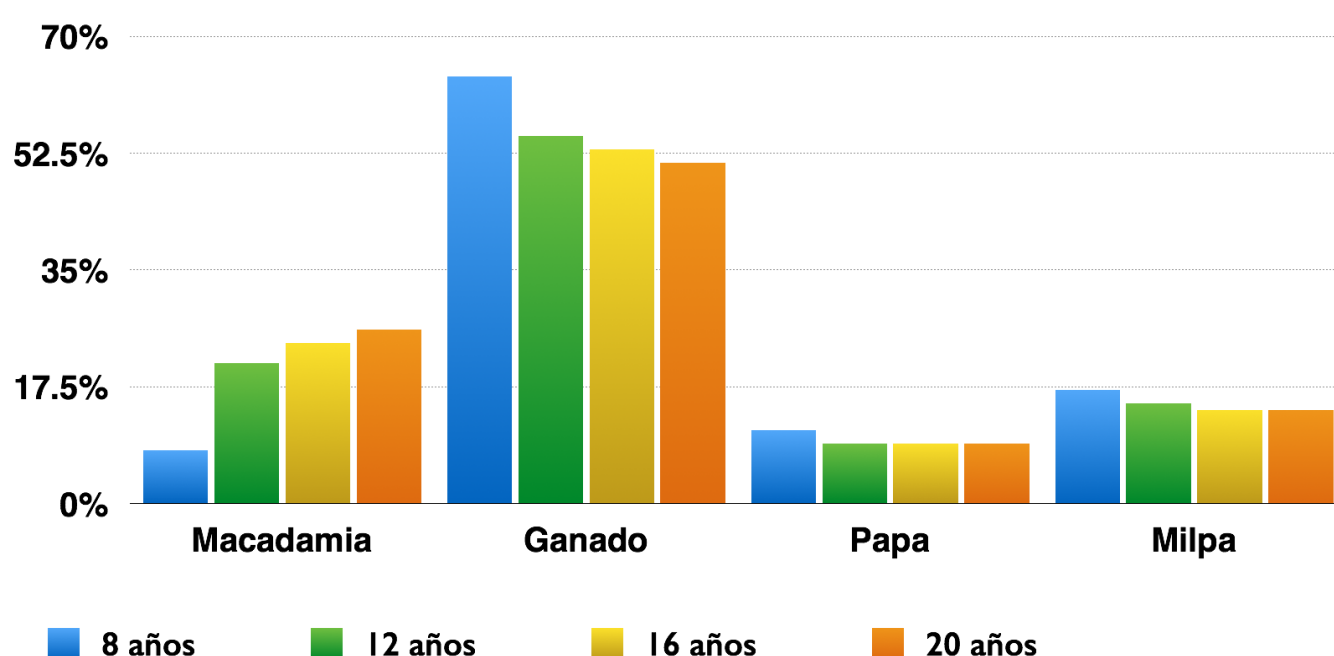


Figura 19. Distribución del porcentaje de utilidad por actividad económica a los ocho, doce y dieciséis años.

Finalmente, sobre el aspecto económico, se puede decir que hasta el sexto año el productor comienza a recibir ingresos, y es aproximadamente entre el año diez y el once que recupera su inversión; sin embargo sus ingresos son superiores a los observados en la ganadería lechera de la región.

Dado que parte de convenio de SENDAS es que el Pe reciba a visitas en su parcela para mostrar el módulo y con la intención de compartir esta investigación con la comunidad y **mantener activo un proceso de reflexión, así como un intercambio de experiencias y conocimiento entre el ejidatario y los visitantes**, se diseñó en conjunto con SENDAS y un Pp una señalética con carácter didáctico (anexo 19), con el mismo fin se elaboró un tríptico informativo (anexo 20).

9. DISCUSIÓN

9.1 El papel de los actores del grupo motor

El método de la investigación acción participativa (IAP) se aplicó con un grupo al que Villasante (2014) nombra grupo motor, el cual presenta una fuerte e invaluable ventaja: la mayoría de los actores están organizados, comparten afinidades como el lugar de vida, el interés por conservar el bosque nativo, por proteger los recursos naturales.

Uno de los aspectos más evidentes como resultado de la IAP es el que Villasante (2014) llama desbordamiento creativo, el cual provocó la modificación constante del calendario y de las actividades programadas. Los tiempos de las distintas actividades fueron fijados y modificados por los distintos actores, según el caso y conveniencia, lo cual de forma general pausó el desarrollo de la investigación. Al respecto Balcazar (2003) comenta que es la comunidad la que controla la agenda, sin embargo, es fundamental el papel del investigador como catalizador y constante impulsor para alcanzar los objetivos propuestos por el grupo motor.

La organización y sincronización de los diferencias actores necesitó, por un lado, el respeto por el tiempo de todos los integrantes y, por el otro, la paciencia como un valor necesario para el desarrollo de la IAP. Se realizó una labor exhaustiva para organizar en tiempo y forma las distintas actividades y talleres; sin embargo, el esfuerzo no siempre fue suficiente, ya que muchas veces los actores se ausentaban. Cabe mencionar que no se ocupó la figura del contactador que Gil (2014) analiza como una persona diferente al moderador y/o investigador, lo cual podría dar más libertad y menos prejuicios entorno a la participación de todos.

La falta de organización y el reparto de roles entre algunos de los actores, pausaron el desarrollo de esta investigación, esta falta es considerada por Hernández (2010) como un obstáculo para el desarrollo de la misma; sin embargo, la relación previa del investigador (con los actores) basada en la confianza mutua y el respeto lograron superar esta falta y ha permitido la continuidad actual del proceso.

Otro reto fue la dificultad para registrar y monitorear sistemáticamente todos los sucesos participativos, al respecto Gómez et al. (2013) señalan que es la falta de sistematización de la IAP una de sus principales limitantes, lo que Gil (2014) refuerza al señalar la necesidad de explicitar procedimientos de análisis sistemáticos verificables. Todos estos obstáculos mencionados en los párrafos anteriores no impidieron que la investigación se desarrollara, culminara e incluso continuara, ubicándose según la clasificación de Balcazar (2003) en un nivel intermedio de IAP que puede madurar paulatinamente.

La técnica grupos de discusión se percibió como una actividad muy enriquecedora porque generó el reconocimiento entre los distintos actores, así como un útil intercambio de experiencias, a

diferencia de lo que señala Gil (2014) cuando menciona que es conveniente reunir en los grupos de discusión a grupos homogéneos para evitar un posible choque de ideas y confrontaciones.

Las salidas de campo y las prácticas sobre técnicas agroecológicas, brindaron a los productores emergentes autoconfianza y el conocimiento indispensable para reflexionar y tomar decisiones sobre los posibles diseños a establecer en su parcela (Hagmann, 2004).

A la luz de estos resultados cabe señalar que tanto las fortalezas como los retos y limitantes del método de la IAP, se hicieron evidentes a lo largo de su aplicación. El trabajar de forma participativa es una tarea compleja. Se debe desmitificar que el investigador o el campesino poseen la verdad absoluta. A pesar de la compleja red que pueda existir entre los actores involucrados, es indispensable buscar tanto las problemáticas como las soluciones de manera conjunta.

Esta discusión considera un recuento de la experiencia del investigador y las relaciones entre los distintos actores: el investigador, la ONG (SENDAS), los productores pioneros y los productores emergentes, lo cual se desglosa a continuación.

El investigador

Como investigadora (coordinadora general, asesora y catalizadora de la investigación) debo decir que hubo una serie de antecedentes relevantes para llevar a cabo este estudio, como el hecho de que desde hace diez años establecí una relación laboral y personal con los actores. He sido representante de empresas comercializadoras de esta nuez y de la Asociación Mexicana de Productores, Procesadores y Exportadores de Macadamia AC (MACAMEX), además he vivido en la zona durante 15 años. Según Hernández (2010) estos antecedentes pueden considerarse como ventajosos para poder desarrollar la investigación que nos ocupa, sin embargo y dado que las relaciones humanas son complejas y delicadas (Villasante, 2014), lo anterior también generó en algunas ocasiones ventajas y limitantes.

Organización SENDAS

Hernández (2010) señala que resulta muy positivo que el investigador posea trabajo previo de la zona. SENDAS ha trabajado en la región con la misma metodología que yo utilicé, lo cual generó relaciones positivas con la comunidad. Esto fue útil para establecer el primer contacto con los ejidatarios del municipio y poder llevar a cabo la selección de los productores emergentes de una forma acertada; lo que aseguró, por un lado, la permanencia de los productores emergentes y, por el otro, la continuidad del proyecto (Villasante, 2014; Hernández, 2010). El papel de SENDAS como puente entre el investigador y los productores emergentes fue fundamental, de igual forma el financiamiento para el establecimiento de las parcelas demostrativas asumido por SENDAS fue determinante para llevar a cabo todas las acciones que exigen la praxis como forma de aprendizaje (De Souza et al., 2012).

Los productores emergentes

Los productores emergentes constituyeron un actor clave. A partir de sus parcelas como zona primicia de experimentación y de su experiencia ganadera, se diseñaron y definieron los elementos que conformaron el módulo inicial agrosilvopastoril, así como el manejo del mismo.

Al inicio ellos mostraron su capacidad para trabajar como grupo organizado, lo cual es una característica fundamental de los mismos, susceptible de comprobarse en las faenas y reuniones ejidales. Sin embargo, mantener esta capacidad organizativa no es fácil, ya que es necesario mantener un grado de continuidad y perseverancia con ellos, desde el inicio hasta el final del proceso, lo cual no siempre se logra al cien por ciento, por la alta demanda de inversión de tiempo que esto implica, entre otros imponderables.

Los productores pioneros

La integración de ellos en la IAP fue importante dado que además de la experiencia que compartieron al grupo, su ejemplo en la zona es un estímulo verdadero para los productores emergentes. De los cinco productores pioneros iniciales, sólo dos participaron a lo largo de todo el proyecto de forma activa y con ellos fue posible trabajar como grupo IAP.

9.2 Diagnóstico de la macadamia

Los productores pioneros que cultivan la macadamia en Tlalnahuayocan toman en cuenta los atributos ambientales y económicos que define Altieri (1994) como fundamentales de un agroecosistema sustentable. Ellos muestran un aprecio por el entorno al utilizar al árbol de macadamia como una alternativa productiva para reforestar áreas de potrero, además dejan intactas las áreas de bosque nativo de sus terrenos.

Sin embargo, debe considerarse que el perfil de los productores pioneros, como profesionistas con capacidad económica (para poder establecer y esperar al menos seis años para cosechar la macadamia), ejemplifica claramente que las estrategias agrícolas no solo responden a presiones bióticas y del proceso de cultivo, sino que también reflejan estrategias humanas de subsistencia y condiciones económicas (Altieri, 1999). Esto último está estrechamente ligado al perfil de los productores emergentes, ya que ellos no poseen la capacidad monetaria de los pioneros.

Las huertas: variedades y producción

Las variedades de macadamia recomendadas por los productores pioneros para sembrar en la región son la *M. tetraphylla* var. Alberca-527 y la *M. tetraphylla* var. Huatusco. Las cuales presentan alto porcentaje de aceite (López et al., 1997), característica que les permite ubicarse dentro de los estándares altos de calidad internacional determinadas para este fruto (De Viliers et

al., 2003). Además esta especie es la que mejor se adapta a la zona templada a diferencia de la *M. integrifolia*, que prospera mejor en climas cálidos.

Las variedades cultivadas por los productores pioneros en la zona de estudio, aún cultivadas a una densidad menor de árboles y con un gasto de insumos también muy por debajo de las plantaciones convencionales de macadamia que indican Queensland, (2013), Quinland (2004) y CITROGOLD (2014), producen hasta 5,800 kilogramos por hectárea. Lo cual coincide con los óptimos resultados observados en países reconocidos por su alta producción como Nueva Zelanda, Australia y Sudáfrica, en donde los registros van de cuatro a seis toneladas de NIS por hectárea (MacNut, 2014). La producción por hectárea en el municipio, evidencia claramente el potencial de la zona como productora de la nuez macadamia.

Organización y mercado

Durante los talleres realizados se pudo observar que es importante consolidar la unión de los productores de macadamia (pioneros y emergentes) de la región en un organización que les permita intercambiar saberes técnico agrícolas y hacer frente a los cambios del mercado. El mercado para la producción de macadamia de los productores emergentes debe atender el sector local y reconocer los procesos sustentables como el camino para el desarrollo.

Ante el posible escenario de una sobre producción de macadamia local y nacional, la procesadora Macadamia de Veracruz y los productores pioneros coinciden, desde hace diez años, en que no pueden satisfacer por mucho la demanda que existe. Como lo analiza Queensland (2014), es difícil especular sobre el mercado de la macadamia en cinco o diez años, por lo que es recomendable cosechar macadamia con los mayores estándares de calidad posibles, lo que contribuirá a asegurar la venta de la misma. Se trata de una apuesta por una calidad suprema; para el caso de Tlalnelhuayocan debe ser por una producción con un manejo sustentable y orgánico que aportaría una distinción que la ubicaría en un nicho de mercado específico cada día más demandante, esta apuesta propiciaría un mejor precio para el agricultor.

Lee (2014), miembro de la Unión Internacional de Macadamia (AIM), en una entrevista, dijo que el panorama del mercado internacional pronostica varios años de insaciable demanda por parte del mercado chino, el cual, actualmente, está comprando la nuez (NIS) en \$35.00 MXN/kg (precio 2014 pesos mexicanos), con un efecto a la industria procesadora y, a su vez, propiciando la siembra de más áreas de cultivo. Este panorama del mercado internacional enfatiza la urgencia de organización por parte de los productores tanto pioneros como emergentes y su consolidación en el mercado local.

9.3 Diseño y establecimiento del módulo inicial

El módulo inicial de un sistema agrosilvopastoril fue diseñado con base en la relación entre restricciones y decisiones del grupo motor. Las restricciones corresponden a las limitaciones dadas por las capacidades económicas del proyecto y por las consideraciones del productor, en este caso

socioeconómicas, debido a la disponibilidad de mano de obra, tierra y capital (Roldán, 2008). Las decisiones para diseñar este módulo buscaron maximizar el flujo de beneficios netos de la combinación ganadería macadamia. El sistema agroforestal codiseñado fue el agrosilvopastoril reconocido por Roldán (2008) como uno de lo más importantes debido a su gran potencial en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados y bajos niveles de calidad de vida de la población.

Densidad de árboles de macadamia

El módulo inicial agrosilvopastoril propuesto colectivamente tuvo una densidad de 80 árboles por hectárea, que Firth et al. (2002) y sus colaboradores reconocen a la macadamia como una especie de alta interceptación luminosa (característica ventajosa mencionada para sombra y hogar de muchas especies del bosque). Un requerimiento importante de manejo de este módulo son las podas, de lo contrario se corre el riesgo que este módulo se transforme en una huerta de monocultivo de macadamia en un lapso que va de 15 a 20 años. La permanencia de la combinación positiva árboles–ganado en el sistema establecido, dependerá del grado de manejo que el ejidatario realice en su finca, principalmente en lo referente a podas. Como menciona Queensland (2000), la densidad de una plantación puede variar enormemente, desde 800 a 200 árboles por hectárea; entre mayor sea la densidad, mayor el costo de manejo y menor el tiempo de retorno de la inversión.

Cabe señalar que en México no existe la experiencia de podas intensivas en huertos de macadamia, así que, en este sentido, el módulo podría fungir como un área demostrativa sobre las prácticas. Entre las limitantes reconocidas por Mahecha (2003) para la adopción de los sistemas silvopastoriles es la creencia de que el pasto escaseará bajo los árboles. √ En el caso de Fassola et al. (s/f) determinan en un estudio agroforestal de pinos y ganado, que existe una fuerte asociación entre la luminosidad determinada por el tratamiento de raleo y/o poda y la producción de forrajeras. Sin embargo, un estudio de Giraldo et al. (1995) señala que distintos sistemas agrosilvopastoriles con un manejo adecuado de podas mostraron que la calidad de la pastura se ve más afectada por la época del año que por la densidad arbórea. Al respecto, el estudio de Firth et al. (2002) cita los pastos que fueron menos susceptibles a la asombra generada por los árboles de macadamia. Sería interesante investigar las características de estos pastos como alimento para el ganado, en las condiciones climáticas y bióticas de la zona de estudio.

En relación a la densidad, cabe señalar que el conjunto de labores que el ejidatario necesitará para manejar y aprovechar las siete cabezas de ganado y 80 plantas macadamia, requerirá 360 días al año. La mano de obra familiar de los nuevos diseños de sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles, es un factor básico para planear un uso intensivo y uso adecuado (Roldán, 2008).

El arreglo de la plantación de los árboles de macadamia en el módulo fue en forma de callejones, con un tiempo promedio de pastoreo en cada uno de los callejones de tres días; y un mes de descanso, tiempo de rotación similar al reportado por Ocaña et al. (s/f) y Ortiz et al., (2006).

El monitoreo de la rotación se hizo durante el verano, época en la que Ortiz et al., (2006) señala como el descanso óptimo, cuatro a cinco semanas, coincidiendo con nuestro registro, dado que la experiencia del ejidatario en la rotación de su ganado, le permite con mantener estable la producción de leche por día. El mismo autor comenta que el período de descanso varía según el tipo de pastura, la intensidad de pastoreo y la estación del año; añade que las vacas lecheras en lactación, son la categoría más exigente en la demanda de nutrientes. El registro de la capacidad de carga del módulo fue de 1.75, inferior al señalado por Mahecha (2003) en las áreas agropecuarias de ganadería extensiva de Colombia, el promedio es de .9 animales por hectárea. La carga instantánea del módulo es de 5 animales/ha, sin embargo, para atenuar las fluctuaciones estacionales en la producción de forraje, es necesario ir modificando los períodos de descanso de la pastura (Ortiz et al., 2006; CORPOICA, 2000).

El número de áreas de pastoreo del módulo aumentó de 8 a 13 casi el 50%, aumentado también según lo indicó el ejidatario el número de días que el ganado se encuentra en los callejones. A lo que Ortiz et al., (2006) señala es más importante el número de parcelas involucradas en la rotación que su tamaño, un gran número de parcelas se justifica más para el pastoreo con vacas lecheras en producción que con ganado en carne.

El arreglo en callejones que se estableció es reconocido por Ortiz et al. (2006) como el pastoreo rotativo ideal, en el cual la superficie de las franjas y el tiempo en ellas es muy breve. La presencia de una reserva forrajera en pie acumulada en los períodos de descanso, es el mejor equilibrio en la composición botánica de la pastura y el menor enmalezamiento, ambos aspectos constituyen beneficios muy importantes. Las parcelas de forma cuadrada son más eficientes comparadas con las otras formas (torta, abanico, rectángulos estrechos), porque los animales obtienen el forraje diario en un menor tiempo, caminata y pisoteo de la pastura (Ortiz et al., 2006). Además el costo en alambrado de las parcelas cuadradas es menor al de las otras formas. La parcela ideal no debería tener su largo mayor a 4 a 5 veces el tamaño del ancho.

La utilización del cerco eléctrico para proteger los árboles del módulo fue útil, dado que en esta región es muy difícil que el ganadero pastoree en sus potreros por un período de tiempo. Esta estrategia del cerco dio la oportunidad de que los árboles crecieran y establecieran, sin daño por el ganado, al igual que ocurre en la mayoría de las regiones de agropecuarias de Colombia (Mahecha, 2003).

9.4 Evaluación

Resulta relevante mencionar que el sistema agrosilvopastoril está conformado por diversas actividades agrícolas y pecuarias, por lo que se vuelve indispensable la participación de

especialistas en diversas áreas del conocimiento como economía, agronomía, edafología, climatología y agroecología. En este caso la falta de participación de un especialista en manejo de praderas y ganado fue una de las principales limitantes para comprender y analizar el módulo agrosilvopastoril de manera integral y con plazos más amplios de seguimiento.

Producción de leche

La producción promedio de leche por vaca/día durante los cuatro meses de verano monitoreados, fue de 10 L/día, este valor es intermedio al que obtuvo por López et al. (2012) máximo de 11.9 L/día y mínimo 9.3 L/día, bajo tres diferentes sistemas de alimentación. Los efectos de edad del ganado y número de partos no fueron considerados en el monitoreo del control de leche. Un estudio de Cañas et al. (2011), demuestran que estos aspectos son significativos para evaluar la curva de producción de leche, así como de sus porcentajes de grasa y proteína.

Los resultados del análisis de suelo que se hicieron en el módulo son mayores a los reportados por Santiago et al. (s/f) en un terreno de bosque mesófilo de la región. Por ejemplo, mientras que en el bosque hay en promedio 16.33% de materia orgánica en el módulo 20%; quizá esto se debe al aporte que realiza el ganado con su excremento sobre el potrero. No obstante que son datos comparables, se debe tener cuidado porque son usos de suelo diferentes y con una carga ganadera y humana heterogénea. En un futuro se deberá evaluar varias parcelas en diferentes condiciones.

La tasa de sobrevivencia es una de las limitantes reconocidas del establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles, sin embargo dado que en la región los ejidatarios no pueden dejar en reposo las zonas de pastoreo de las cuales obtienen su economía (Mahecha, 2003), será necesario diseñar otro sistema que asegure una mayor sobrevivencia y menor daño a las plantas por parte del ganado. Una protección individual con bambú y alambre de púas esta siendo usada en un nuevo módulo establecido por SENDAS y un ejidatario en la región. No hay duda que hace falta su evaluación sistemática para comprobar su eficiencia.

9.5 Estimación económica del módulo.

El costo del primer año de establecimiento de módulo agrosilvopastoril en Tlalnahuayocan fue de 256 salarios mínimos (precio 2014), con 35 jornales, valor cercano al determinado por Roldán (2008) de 42 jornales para el inicio de parcelas experimentales de condiciones similares de inicio y dimensión.

La inversión del módulo se recuperará en un plazo aproximado de 12 años, así como ocurre en los monocultivos convencionales de Nueva Zelanda MacNut (2014), en los que se manejan densidades mayores de árboles por hectárea con elevados costos.

Dado que la inversión inicial del módulo agrosilvopastoril equivale aproximadamente al costo de una cabeza de ganado, y a que esta podría darse de forma paulatina, es decir, comprar los árboles y materiales de forma progresiva. Consideramos que es la falta de conocimientos sobre el cultivo de la macadamia, así como el largo tiempo de espera para cosechar, lo que ha limitado su incorporación por parte de los ejidatarios como productores, contrario a lo que señalan Paré et al. (2012), quienes afirman que es debido al alto costo de inversión y manejo lo que ha provocado dicha limitación.

Es importante mencionar que los mayores costos de la implementación del sistema, después de la inversión inicial, serán los jornales para su mantenimiento y como bien indica Blasco et al. (2005. P. 65) “la decisión de trabajar a pérdida durante los primeros años podría no ser la elección más frecuente... un punto clave es la escasez de oferta de trabajos temporarios a los que estos productores pueden acceder”. El mismo autor señala que es difícil suponer en el caso de productores poco capitalizados, que la implementación del modelo pueda llevarse a cabo con recursos propios durante muchos años, para lo que sugiere el uso de subsidios o créditos blandos.

Existen muchas metodologías para la evaluación de sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad como lo es la metodología detallada de Vázquez (2013), la cual comprende una nueva propuesta para el diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejo de los elementos de la biodiversidad, basada en 64 indicadores los cuales permiten clasificar los diseños y manejos en compleja, medianamente compleja y simplificada. Los modelos de optimización para modelar sistemas agroecológicos y relacionarlos con la problemática del manejo de recursos naturales, principalmente porque permiten entender las interrelaciones entre los sistemas de producción en una cuenca y sus efectos sobre las condiciones socioeconómicas y ambientales de la misma (Roldán, 2008).

Se han reportado muchas otras metodologías y estudios para evaluar sistemas silvopastoriles como la de Blasco et al. (2005). Pérez et al. (2005) que establecen indicadores preliminares de la relación entre la producción ganadera con el grado de cobertura e identifica indicadores de biodiversidad en estos sistemas. Principalmente estos estudios se enfocan a la captura de carbono del sistema (Rojas et al., 2009), la incidencia de la sombra del elemento arbóreo sobre la producción de los pastos y a la producción de leche (Fassola et al., s/f). Sin embargo, estamos en una fase inicial del módulo en la que no es posible aún evaluar dichos indicadores.

Beneficios del sistema agrosilvopastoril en la zona de Tlalnelhuayocan

Al igual que lo señala Blasco et al. (2005) en este trabajo se hicieron estimaciones económicas sobre los componentes ganado y macadamia, aunque existen otros productos como los servicios ambientales que genera este módulo y que deben ser tomados en cuenta. El enfoque holístico para un nuevo abordaje requiere que se analicen los resultados considerando la estabilidad, equidad y productividad del agroecosistema como un todo y no de un cultivo en particular Caporal et al. (2011).

Si las 1,700 hectáreas de potrero que existen actualmente en el municipio se transformaran con un sistema agrosilvopastoril, daría lugar a 136,000 árboles de macadamia, lo cual aportaría de manera significativa a la reforestación de la región. Este incremento en la cubierta forestal fue simulado por Meirelles et al. (2012) con otras especies forestales, mediante sistemas de información geográfica, sustituyendo las cercas artificiales por vivas, además de siembra de árboles aislados en potreros y afirman que los árboles representaron un incremento significativo en la cubierta forestal del valle de Paraná, lo cual podría extrapolarse a la región de estudio de esta investigación.

Aunado a lo anterior, es posible que los módulos agrosilvopastoriles y el mosaico de vegetación que existe en la zona de estudio, provean beneficios al bosque. Por ejemplo, acciones de manejo como la conservación de fragmentos de bosque cercanos a las huertas que aumentan la diversidad de insectos visitantes, que benefician a las huertas por su acción polinizadora y de forma inversa Williams-Linera et al. (2008) mencionan que en los trópicos, las abejas nativas e introducidas, como lo son los cajones introducidos en las huertas, desempeñan un papel importante en la conservación y restauración de hábitats deteriorados, además se aprovecha la miel, cera, jalea real, abejas reinas y el polen junto con el propóleo.

Durante once años Villegas (2005) estudió el comportamiento agronómico de una huerta de macadamia e identificó los principales problemas fitosanitarios que podrían afectar la producción, encontró asociados al cultivo 52 especies de insectos, 10 de hongos, una levadura, dos de algas, un líquen y dos de roedores, haciéndose notar la biodiversidad presente en la huerta.

Hay dos puntos inevitablemente llamados a discusión del presente estudio, por un lado el hecho de que el árbol de macadamia sea una especie exótica y por el otro lado, el largo tiempo de inicio de cosecha de este cultivo. Sobre el primer punto es importante recordar que la macadamia, especie catalogada por la IUCN como amenaza en su lugar de origen, se suma a la estrategia de conservación de los recursos naturales de la región mediante la incorporación de sistemas productivos en áreas degradadas como potreros o acahuals primarios. Sobre el largo tiempo de espera de la cosecha, característica frecuente de los sistemas agroforestales, cabe señalar que a diferencia de los aprovechamientos maderables en sistemas agroforestales en los que hay que reponer la siembra de árboles, la macadamia sería un elemento arbóreo permanente en el paisaje de la región y con cosechas de al menos 30 años.

Al igual que señala Figueroa (2009), el sistema agrosilvopastoril logra el control de malezas y a la vez se obtiene un producto animal durante el crecimiento de la población arbórea, con una interacción ecológica y económica importante entre los componentes leñosos y no leñosos del sistema (Torquebiau, 1990). Los sistemas agrosilvopastoriles son reconocidos como parte de la estrategia para la adaptación y mitigación del cambio climático (Muhammad et al., 2014) e intervienen de manera positiva en el paisaje (Muñoz-Pedrerros, 2004).

Giraldo et al. (1995) llaman complementaria a la interacción que se establece entre el ganado y el árbol, cuando este último genera únicamente sombra para el ganado sin perjudicar el crecimiento del pasto. A su vez, la sombra reduce el estrés calórico, lo que se refleja en una mayor producción de leche (Muhammad et al., 2014). El bagazo de la macadamia (residuo de la almendra exprimida) se puede utilizar como suplemento alimenticio para el ganado. También el ganado aporta nutrientes al suelo a través del excremento, que posteriormente el árbol de macadamia aprovechará. Se puede decir que estos dos componentes, macadamia y ganado, son funcionalmente complementarias.

Las dos aspectos evidentes en el diseño del módulo inicial que podrían ser una limitante son: por un lado, el que *Macadamia* spp. no es una especie nativa del bosque mesófilo de montaña, no contribuyendo a sí a la restauración del bosque nativo y por el otro lado, lo que se ha comentado en varias ocasiones, el largo tiempo para dar inicio a la cosecha de la macadamia. Sobre el primer punto cabe señalar que un atributo indispensable de las especies para integrar un sistema agroforestal es su aceptación y las ventajas que este represente al productor (USD, 1997), atributos que ya describimos anteriormente. Sobre el segundo aspecto, Calle et al. (2009) y Roldán (2008) indican que es una característica típica de los sistemas silvopastoriles y ante lo cual se proponen incentivos o estímulos para que el productor pueda convertir su potrero en un sistema agroforestal.

La adopción de un sistema silvopastoril es más compleja que las actividades productivas tradicionales, pues requiere el establecimiento de una nueva combinación de insumos, productos y actividades (Roldán, 2008). Los costos de inversión inicial, el largo tiempo de retorno de los sistemas agrosilvopastoriles, y la falta de conocimientos para su adopción y manejo, son las principales causas que dificultan la implementación de estos sistemas, por lo que es necesario un instrumento que permita incentivar su implementación (Calle et al., 2009; Ávila. et al., 2014), como en este caso lo fue el crédito por parte de SENDAS.

Las principales motivaciones que destacan para la adopción de sistemas silvopastoriles son los siguientes: económicos, productivos, ambientales y por último sociales o personales. El estudio de Calle et al. (2009) resalta el papel de la adecuada asistencia técnica para ayudar a los ganaderos a entender las implicaciones pasadas y futuras del uso que le dan a sus tierras y también demuestran cómo el pago por servicios ambientales puede contribuir a generar la confianza inicial y a establecer la conexión entre la adopción de los sistemas silvopastoriles y los beneficios económicos y ambientales.

10. CONCLUSIONES

a) La experiencia sobre el cultivo de la macadamia en Tlalnelhuayocan, generada por los productores pioneros a lo largo de más de veinte años, es sumamente valiosa debido a las óptimas cosechas que existen en la región, alta demanda de este fruto y alto precio que tiene en el mercado. Debe señalarse que los pioneros aplican en las huertas estrategias que protegen y

cuidan el ambiente, con ello cubren la mayoría de los requisitos básicos que un agroecosistema sustentable exige.

b) Las características de los actores del grupo motor permitieron que la metodología denominada investigación acción participativa (IAP) se llevara a cabo de manera conveniente, según las directrices que propone Villasante (2014). Asimismo se puede afirmar que la presente IAP se cataloga en un nivel intermedio en función del grado de participación de los distintos actores (Balcazar, 2003).

El módulo agrosilvopastoril surgido de la estrategia participativa representa una alternativa para el futuro de pequeños ganaderos del municipio que pueden diversificar e intensificar su parcela, con la incorporación de la macadamia mediante una inversión inicial relativamente baja y sin afectar las demás actividades que realiza. Es importante igualmente mencionar que la capacitación técnica y de organización participativa de este nuevo modelo productivo, será indispensable. Puesto que los picos de mayor producción de macadamia y de ganado se darán en distintas épocas del año, estas dos actividades del módulo se complementan económicamente.

c) El módulo agrosilvopastoril evidencia el aporte económico de la macadamia al sistema ocurre paulatinamente. El productor comienza a recibir utilidades hasta el sexto año, después de haber sembrado, y al onceavo recupera los costos acumulados; la hectárea de macadamia representa el 8% de los ingresos totales de la parcela en el año ocho, y en el año dieciséis, aumenta hasta el 24%. Por lo tanto, este esquema es altamente redituable y atractivo.

11. RECOMENDACIONES

Fortalecer la investigación-acción-participativa con el grupo motor y extender sus posibilidades como estrategia de uso, manejo y conservación de los recursos naturales de la región. Buscar un mayor número de aliados para mantener el módulo agrosilvopastoril y replicar dicha experiencia en otros sitios. Los productores pioneros juegan un papel central como capacitadores y promotores, por lo que deberán desarrollarse más y mejores estrategias que garanticen su participación.

Caracterizar la composición florística y faunística de las huertas de macadamia bajo diversos tipos de manejo, con la finalidad de evaluar su capacidad de conservar la biodiversidad propia del bosque nativo, y poder reconocer las estrategias que favorecen la conservación de los recursos naturales de la región.

Analizar la capacidad de integrar a los sistemas agrosilvopastoriles como parte de corredores biológicos en la región, suministrando hábitats y recursos para la flora y fauna, así como de otros servicios ambientales, culturales y sociales.

Cuantificar, específicamente los servicios ambientales proporcionados por estas huertas de macadamia como son: la captura de dióxido de carbono, la mejora en la infiltración de agua, y el enriquecimiento de los suelos, la retención de humedad, entre otros.

Realizar estudios experimentales, entre otros aspectos, acerca de los indicadores de la producción total, calidad y comercial de leche, fitomasa en pastizales, capacidad de carga, sistemas de rotación y análisis de suelo en distintos módulos silvopastoriles macadamia-ganado.

Evaluar la oferta forrajera del pastizal bajo distintos manejos en cuanto a podas y raleos de los árboles de macadamia.

Hacer labor de difusión de los resultados de esta investigación a distintos niveles de organizaciones civiles y de gobierno, como por ejemplo: CONANP, SEMARNAT, asociación ganadera del municipio, Universidad Veracruzana, ayuntamiento de Tlalnelhuayocan, Instituto de Ecología, A. C., Pronatura Veracruz.

12. ANEXOS

Anexo 1. Valor nutrimental de la macadamia (Montgomery et al., 2006).

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA MACADAMIA	
Cada 100 gr	
Proteínas	9 gr
Lípidos	75 gr
Carbohidratos	9.3 gr
Fibra	2 gr
Energía	702 kcal
Minerales	1.6 gr

COMPOSICIÓN DEL CONTENIDO DE ACEITE	
Palmitico	10%
Palmitoleico	20%
Oleico	60%
Mirístico, Esteárico, Linoleico, Araquídico y Behénico combinados	10%

COMPOSICIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS	
Saturados	15.7%
Monoinsaturados	82.5%
Poliinsaturados	1.8%

LA MACADAMIA NO PRESENTA COLESTEROL

COMPOSICIÓN MINERAL DE LA MACADAMIA	
Cada 100 gr	
Potasio	260 mg
Fósforo	200 mg
Calcio	50 mg
Magnesio	149 mg
Sodio	7 mg
Hierro	2 mg
Cinc	1.4 mg
Manganeso	.4 mg
Cobre	.3 mg
Tiamina	.35 gr
Riboflavina	.11 gr
Vitamina A	116 mg
Niacina	2.14 mg



“Cuestionario para la directora de la procesadora: Macadamia de Veracruz, en el municipio de Tlalnahuayocan.”

Investigación de Tesis Doctoral de Gabina Sol Quintas/2013

Fecha de aplicación _____

DATOS GENERALES

- 1.- Nombre _____
- 2.-Edad _____
- 3.- Escolaridad máxima _____
- 4.- Profesión _____
- 5.- Lugar de origen _____

DATOS DE LA EMPRESA

- 6.- ¿Qué denominación fiscal tiene la empresa? _____
- 7.- ¿Desde cuando se formó? _____ ¿Desde cuando participa usted? _____ Cargo _____
- 8.- ¿Cuántos integrantes de la comunidad participan? _____
- 9.- Número de empleados fijos _____ Mujeres ____ Hombres _____
- 10.- ¿Qué volúmenes de venta manejan? _____
- 11.- ¿Quiénes son sus principales clientes? _____
- 12.- Venta nacional ____ Internacional ____ Ambas ____ Porcentaje _____

DATOS DEL PROCESO

Describir el proceso general que dan a la nuez de macadamia

13.- Cuales son los controles de calidad _____

¿Hacen análisis químicos?

Tipos de productos que venden _____

DATOS DEL VENTA

14.- Porcentaje de ventas de cada producto _____

15.- ¿Cuáles han sido sus mayores dificultades en la empresa?

16.- ¿Cuáles han sido sus mayores aciertos? _____

17.- ¿Requieren más volumen? Si _____ No _____

18.- ¿Cual es la capacidad de compra? _____ ¿Desde cuando? _____

¿han incursionado en el mercado internacional? Si _____ No _____

¿Continúan? _____ ¿Que empresas?

19.- En el caso de que se sembrarán más huertas en la zona, ¿que recomendaciones haría a los nuevos productores? _____

*Como la directora de la empresa, tiene una plantación en Coatepec, le aplicaría también la entrevista que se utilizó a los “productores pioneros”.



“Cuestionario para los actuales productores de *Macadamia* spp. en el estado de Veracruz.”

Investigación de Tesis Doctoral de Gabina Sol Quintas/2012

*A través de este cuestionario se pretende recopilar, conocer y valorar, la experiencia y el conocimiento que poseen los actuales productores de *Macadamia* spp. en el estado de Veracruz, sobre los aspectos ecológicos, productivos, económicos y políticos, que forman parte de este cultivo.*

Fecha de aplicación_____

DATOS DEL PRODUCTOR

- 1.- Nombre del productor(a):_____
- 2.-Edad:_____
- 3.- Escolaridad máxima_____
- 4.- Profesión_____
- 5.- Lugar de origen_____
- 6.- Reside en: La plantación () Fuera de la plantación ()
- 7.- Número de integrantes de la familia:_____

DATOS DE LA PLANTACIÓN

- 8.- Nombre del Rancho o Finca:_____
- 9.- Domicilio completo _____

- 10.- GPS No de dato _____ Posición _____
- 11.- Altura msnm_____

HISTORIA Y CARACTERÍSTICAS DE LA HUERTA

12.- ¿En qué año inició su plantación? _____

13. ¿Cómo surgió la motivación por establecer una plantación de macadamia?

Sugerencia de amistades () Apoyo de gobierno ()

Como alternativa de diversificación () Otro especifique()

14.- ¿Cual era el uso del suelo del terreno antes de la plantación?

Cafetal () Ganadería() Otro() Especifique

15.- Topografía de la plantación _____

16.- Tamaño de su plantación

Menor a 1000 mts () Entre 1 y 2 has () Entre 2 y 5 has ()

Mayor a 5 has () Especifique _____

17.- Densidad promedio 100/ha() 300/ha() 400/ha()

500/ha() Especifique _____

DIMENSIÓN ECOLÓGICA-PRODUCTIVA

Suelos

18.-¿Qué características observa en el suelo bajo los árboles de macadamia que no tiene el suelo donde no hay árboles? _____

19.- ¿Ha realizado algún análisis de suelo o foliar? Si () No ()

20.-¿Cada cuando? _____ ¿Dónde? _____ ¿Lo pudo interpretar? _____

21.-¿Cómo protege o conserva la fertilidad del suelo? _____

22.-Maneja Cercas vivas() Curvas de nivel () Rotación/cultivos ()

23.- ¿Ha fertilizado su huerta en los últimos cinco años? Si () No ()

24.- ¿Cuántas veces por año? _____

25.- ¿En que meses del año? _____

26.- ¿Con que tipo de abono?

() Orgánico () químico () Otro especifique _____

Agua

27.-¿De dónde proviene el agua con que riega su huerta (o vivero)? _____

28.-¿Conoce su calidad? _____ ¿Cómo? _____

29.-¿Tiene algún sistema de almacenamiento o ahorro de agua? _____

Biodiversidad

30.- ¿Qué variedades tiene sembradas? _____

31.- Esta en asociación con otro cultivo Si() No()

Cuáles y en que porcentaje se encuentra cada uno _____

32.- ¿Se manejan también animales en la finca? _____ ¿Cuáles? _____

33.- ¿Aproximadamente cuántos? _____

34. ¿De que manera la presencia del árbol de macadamia incide positivamente en las demás actividades de su huerta?

35. ¿De que manera la presencia del árbol de macadamia afecta o dificulta las demás actividades de su huerta?

36.- ¿Le gustaría sembrar más macadamias en esta huerta? Si () No () ¿Porqué?

37.- ¿Tiene cajones de abeja en su plantación? Si () No ()

¿Cuántos? ____ ¿Desde cuando? _____ ¿Sabe de que tipo de abeja? _____

Plagas y enfermedades

38.- ¿Ha tenido algún problema de plagas y/o enfermedades? Si () No ()

39.- Marque con números del 1 al 4 según el orden de impacto cuales plagas y/o enfermedades se presentan en su plantación:

Hongos () Tuzas () Insectos () Ardillas () No sé()

40.- ¿Qué hace para prevenir dicho problema? _____

41.- ¿Qué porcentaje de su cosecha se ha perjudicado por dicha plaga?

42.- ¿Requiere apoyo para el manejo de plagas en su plantación? Si () No ()

Especifique.....

43.- ¿Utiliza alguna planta para combatir dicho problema? _____

Manejo

44.- ¿Utiliza usted alguna práctica tradicional existente en la zona (observación de la luna....., caza-tuzas)?

45.- ¿Realiza podas regulares de formación? Si() No()

46.- ¿En qué época o mes del año? _____

47.- ¿Realiza actividades de chapeo en su plantación? _____

48.- Método manual () ó Control químico() Mecánico ()

Otro especifique _____

49.- ¿Cuántas veces al año? _____

50.- ¿En que época o mes del año? _____

Cosecha y poscosecha

51.-¿Cuánto demora en recorrer la primer levantada de la cosecha de su plantación?

52.-¿Cómo pela la nuez? () Descascaradora () Manual () Otro especifique

53.- ¿Cada cuánto pela la nuez? _____

54.- ¿Dónde seca la nuez?

Sarandas () Arpillas () Costales () Secadora () Suelo () Otro ()

55.- ¿Enumere las siguientes características climáticas, según el impacto negativo que generan sobre su plantación?

Sequía() Lluvia intensa() Viento()

Helada() Granizo ()

DIMENSIÓN TÉCNICO-PRODUCTIVA

De las variedades que tenga conocimiento indique:

56.-Variedad:_____

57.- ¿En que mes Inicia la floración? _____

58.- ¿Cuándo considera es plena floración? _____

59.- ¿Cuándo es el final de la floración?_ _____

60.-¿En que mes comienza su cosecha? _____

61.- ¿Cuál es el mes de mayor cosecha? _____

62.- ¿Cuántos meses dura su cosecha? _____

63.-¿Cuál es la variedad que se ha adaptado mejor y la que usted recomendaría?¿Por qué?

64.- Describa brevemente las actividades de su huerta en el lapso de un año

Enero-marzo _____

Abril-junio _____

Julio-septiembre _____

Octubre-diciembre _____

DIMENSIÓN SOCIO-ECONÓMICA

65.- Tenencia de la tierra_____ Privada () Ejidal ()

66.-En caso de llevar un registro:

Indique aproximadamente su producción en kilogramos o toneladas durante las cosechas:

cosecha 2005-2006 () cosecha 2007-2008 ()

cosecha 2006-2007 () cosecha 2008-2009 ()

67.- ¿Sabe cuántos kgs NIS le dan en promedio los árboles de su plantación?

¿Cuántos? _____

68.- ¿Sabe cual es el rendimiento promedio de la los kgs NIS de su plantación?

Si() No() ¿Cómo? _____

69.-¿Cuál es la producción promedio kgs NIS/árbol? _____

70.-¿Monitorea la calidad de su cosecha? Si () No ()

¿Cómo? _____

71.- Nombre del encargado de la plantación _____

72.- Sabe leer Si () No ()

73.- Años que lleva trabajando en la huerta ()

74.- ¿Le ha facilitado usted algún curso de capacitación a su empleado? ¿Cuál? ¿Por qué?

75.- ¿Establece alguna relación con sus trabajadores además de la laboral?

Si () No () ¿Cuál? _____

76.-¿Llevan a cabo fiestas, reuniones, convivios? Si () No ()

77.- ¿Su trabajador percibe utilidades al final de la cosecha? Si () No ()

78.- ¿Alguno de sus empleados se dedica también de manera personal al cultivo de la macadamia? Si () No ()

79.- En caso de haber contestado si. ¿Alguna vez han hecho un negocio juntos?

80- Cual es el destino de su producción: Local () Nacional () Internacional () Otro ().

81.- ¿Tiene otras actividades para su sustento?

82.-¿Qué porcentaje del total de sus ingresos representan la plantación de macadamia?

25%() 50%() 75%() 100%()

83.-¿Tiene empleados fijos para el cuidado de su plantación? Si () No ()

84.-¿Cuántos? _____ Hombres () Mujeres ()

85.-¿A cuantos trabajadores aumenta en época de cosecha?¿Cuantos meses?..... o ¿Paga por kg cosechado NIS? Si () No ()

86.- ¿Es orgánica su producción? Si () No ()

87. En caso de haber contestado que sí, ¿esta certificada? _____ ¿Por quién?

88.- De lo contrario ¿por qué considera es orgánica?

89.-¿Desearía transformar su producción orgánica? Si () No () 97¿Por qué? _____

90.- ¿A vendido algún año su cosecha por adelantado? Si () No ()

91.-ó ¿Se ha quedado con algunas cosechas de su nuez sin vender. Indique cuáles:

() 2005 () 2006 () 2007 () 2008 () 2009 () 2010

92.- Indique en promedio cuantos meses ha almacenado la cosecha hasta su venta total

() 2005 () 2006 () 2007 () 2008 () 2009 () 2010

93.- Indique como vende su cosecha

a.-En concha() b.-Pelada (): b1 granel () b2menudeo ()

c.-Procesada (salada, enchilada, etc)()

94.- ¿Cuál es el precio de venta promedio que maneja?_____

95.-¿Cómo o quién establece el precio?_____

96.-¿Hay intermediarios?_____

97.- ¿Consumen macadamia en su casa? Si () No () ¿Cómo?

98.- ¿Cuáles han sido las dificultades que ha tenido en la comercialización de la nuez de macadamia?, marque con un número por orden de importancia

Calidad() Disponibilidad() Precio()

Poca difusión () Otro, especifique ()

99.- ¿Le han solicitado sus clientes nuez orgánica? Si () No ()

100.-¿ Que porcentaje de sus clientes? Menos del 25% () 50% () Más del 50% ()

DIMENSIÓN POLÍTICO-CULTURAL

101.-¿Pertenece usted a algún grupo o red de intercambio de experiencias?

102.-¿Cuáles son los beneficios que percibe de formar parte de este grupo?_____

¿Este grupo a generado iniciativas de resistencia? Si () No () ¿frente a qué?

103.-¿Cómo?_____

104.-¿Promueve usted el cambio hacia una sociedad más justa?_____ ¿de que manera?_____

105.-¿Contribuye usted al cuidado del medio ambiente?_____ ¿de que manera?_____

106.-¿Cómo se toman o quién toma las decisiones en la huerta?_____

107.-¿Participan las mujeres en la finca?_____ ¿En que tareas?_____

108.-¿Con los mismos ingresos?_____

109.- ¿A recibido algún apoyo o capacitación por parte del gobierno, que fortalezca su huerta?

110.- ¿Cómo aprendió?

Por parte de una amistad() Programa de Gob.()

Otro ()Especifique_____

111.-Mencione en que aspectos le gustaría se le apoyase dentro de la huerta de macadamia, con un número del 1 al 3 por orden de importancia

Difusión () Procesamiento() Plagas() Comercialización()

Otro, especifique ()_____

FINALES

112.- ¿Cree usted que ha acertado al establecer su plantación de macadamia?

Si () No ()

113.- ¿Sembraría más macadamia, por qué?_____

114.- ¿Cómo percibe a la plantación de macadamia con el medio ambiente de la región?_____

115.- ¿Qué animales observa en su huerta? _____

116.- ¿Cuáles son las plantas que crecen de manera natural en su plantación?_____

117.- ¿Cuáles han sido los mayores aciertos en su plantación? _____

118.- ¿Cuáles han sido los mayores desaciertos o los problemas más comunes con que se enfrenta en su plantación?

119.- ¿Le gustaría compartir su experiencia con pequeños productores de la región?

121.- ¿De que manera?_____

122.- Actualmente ¿Qué aspecto es el que más le interesa o le tiene intrigado de su plantación? ¿Está llevando a cabo algún experimento?_____

Opinión personal o comentario

Anexo 4. Ejidatario presentando su propuesta durante un taller.



“Habría que buscar un equilibrio, entre cantidad de vacas y árboles, son fórmulas que habría que encontrar...el juego es acomodar las plantas de macadamia, sin perjudicar la producción de pasto” (Pp).

Anexo 5. Cáscara de macadamia (pericarpio) para pre composteo.



Anexo 6. Caballo que ayuda a las labores de chapeo en la huerta.



Anexo 7. Biodiversidad observada en las huertas de macadamia.



Anexo 8. Estructura de soporte que protege a los árboles del viento.



Anexo 9. Vivero nuevo en el municipio.



Anexo 10. Guión cinematográfico para un video documental del cultivo de macadamia en Tlalnahuayocan.

Video Documental: “El cultivo de la nuez de macadamia en el municipio de Tlalnahuayocan, Ver.”

Coordinación: Gabina Sol Quintas.

Creación y revisión: Centro de Investigaciones Tropicales, UV. ,SENDAS, AC.

Medios de difusión: Transmisión en talleres en el mpio. de Tlalnahuayocan, Ver.

Veracruz Agropecuario, TV MAS.

Pagina Web del Centro de Investigaciones Tropicales, UV.

You Tube

Público: Productores potenciales de macadamia.

Tiempo total aprox.: 15 a 20 min.

Relevancia del video como medio de divulgación: El publico con que queremos compartir y al que queremos transmitir información, es un público con diferentes grados de educación, en su mayoría con un promedio de escolaridad hasta la educación primaria, lo que convierte al video-documental en una herramienta de mayor alcance.

Feed back: Antes de dar por finalizado el video, este será transmitido en la comunidad y serán grabadas y tomadas en cuenta las intervenciones que a partir de él se generen.

Estructura del Guión Cinematográfico

-SECUENCIA 1-

Contexto

Escena 1. EXT. (Vista del CITRO) e INT. (en clases. El salón de computo)

Voz (Gabina Sol Quintas): Mi nombre es Gabina Sol Quintas, actualmente me encuentro estudiando un Doctorado en el Instituto de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana. Mi tema es el estudio del árbol de *Macadamia spp.* como especie promotora de sistemas productivos rentables y amigables con los recursos naturales del municipio de San Andrés Tlalnahuayocan, Ver.

¿Porqué trabajo con este árbol que no es nativo y que tiene hojas tan duras y espinosas?

Todo comenzó por casualidad o quizás por destino, intentando levantar y vender la cosecha de s de 30 toneladas de nueces de macadamia de una huerta abandonada, donde viví hace aproximadamente 10 años.

Escena 2. INT. Collage de fotografías y recuerdos.

Desde aquella cosecha, las opciones que aparecieron a mi alrededor y las experiencias que he tenido en relación al cultivo, mercado y productores nacionales e internacionales con esta nuez me hacen tener la convicción de que es una especie con gran potencial para detonar sistemas de producción sustentables en el municipio de Tlalnahuayocan.

Con este video que ahora les presento y que forma parte de mi trabajo de tesis doctoral espero compartirles mi experiencia y enamorarlos también del árbol de nuez de macadamia.

-SECUENCIA 2-

Introducción y planteamiento del problema.

Escena 1. EXT. Presidencia Municipal Tlalnahuayocan, Ver. DIA

Una vista general de Tlalnahuayocan, sus habitantes (mujeres, niños, campesinos) e iglesia.

Voz: El municipio de Tlalnahuayocan es un municipio pequeño con tres centros principales de población: San Andrés Tlalnahuayocan, Otilpan y Rancho Viejo. La presencia náhuatl sigue presente en la agricultura, en la tradición culinaria, y en la organización social de sus pobladores.

Escena 2. EXT. Vista panorámica Tlalnahuayocan, Ver. AMANECER

Vista panorámica del municipio que permita ver los mosaicos de actividades agrícolas y ganaderas del municipio, que incluya la vista del Cofre de Perote.

Voz: La variación altitudinal va desde los 1,340 msnm hasta los 1,920 msnm, lo que genera una alta diversidad ecológica, con diferentes tipos de vegetación y fauna; abarcando así, desde el bosque de niebla hasta el bosque de pino.

Esta área además, representa un sitio muy importante de captación del agua que proviene desde la Cuenca Alta del río La Antigua y atraviesa el municipio en la Subcuenca del río Pixquiac, abasteciendo principalmente a la ciudad de Xalapa de este recurso.

Escena 3. EXT. Acercamientos a las distintas actividades agrícolas y ganaderas: BMM, BP, cultivo de papa, milpa, potreros, macadamia.

Voz: El uso predominante del suelo es el de pastizales ganaderos, los cuales han reducido a un 10% las áreas cubiertas con bosque mesófilo de montaña características del municipio. Sin embargo, el mosaico que constituye el paisaje está formado por el BMM, acahuals, potreros, milpas, cultivos de papa y en un porcentaje menor existen plantaciones de nuez de macadamia, con una tendencia a la conservación de la biodiversidad, y de los suelos, ya que los productores de macadamia de la zona se inclinan más hacia una agricultura sustentable que no utiliza agroquímicos. Conozcamos de cerca la experiencia de uno de ellos!

-SECUENCIA 3-

El caso de un productor de Macadamia: Pablo Valderrama Rouy

Escena 1. INT. INA. DIA.

Voz (Pablo Valderrama): Mi nombre es Pablo Valderrama Rouy, soy antropólogo y trabajo en el INA desde hace 10 años, me interesa la investigación sobre la biodiversidad cultural.

Escena 2. EXT. Vista de su casa y huerta junto con la familia. DIA.

Voz: Desde hace más de veinte años, que mi padre, que en paz descansa, el Sr. Enrique Valderrama, llegó a esta región de Tlalnahuayocan, Ver. maravillado por su ambiente y hermosa vegetación. Compró un terreno de 5 hectáreas que en aquél entonces era potrero, con la intención de trabajar estas tierras, pero de una manera más amigable con el entorno de la región e introdujo por primera vez a la zona, árboles de nuez de macadamia los cuales trajo por provenientes de un vivero de Michoacán, comprobando así la capacidad .

Actualmente vivo en la huerta con mi esposa y mis dos hijos, de manera personal me gusta vivir en el campo y mi contribución ha sido dar a conocer y promover su esta nuez, así como y experimentar para crear la tecnología necesaria para su manejo y procesamiento.

Escena 2.5. EXT. Trabajadores. DIA

Voz: Los encargados de la huerta son Donato, y Don Tomás quien además es el director del vivero y ha sido el injertador del vivero, persona clave en la dispersión de esta especie en nuestro país. Ambos tienen en promedio 20 años trabajando en el rancho y siempre los consulto antes de tomar una decisión en la huerta.

Escena 3. EXT. Acercamiento a Variedades. DIA.

Voz: Entre las variedades que se sembraron y mejor se han adaptado están: Victoria selección hecho por mi padre aquí en el vivero, Alberca-527, Lewis y Huatusco, que últimamente es de mis favoritas por su gran tamaño y alto rendimiento.

Escena 4. EXT. Tomás injertando árboles no injertados e injertos nuevos. DIA

Voz: también se sembraron algunos árboles no injertados, los cuales tienen muy baja producción y a pesar de ser árboles muy grandes, Tomás los está injertando con éxito.

Escena 5. EXT. Dist. Entre árboles y árboles distintos. DIA.

Voz: En promedio, los árboles están sembrados a una distancia de 8 x 8 mts, dejando intercalados algunos árboles locales o distintos en medio de la huerta como guayabas, encinos y fresnos, además en el huerto hemos dejado algunos fragmentos o manchones de bosque, ya que son grandes árboles captadores de carbono y de humedad, necesarios para la conservación de la biodiversidad de la zona.

Escena 6. EXT. Curvas de nivel y cercos vivos. DIA.

Voz: El terreno es muy accidentado por lo que se ha tenido que trabajar mucho sobre curvas de nivel, terrazas y cercos vivos, para proteger el suelo de la erosión causada principalmente por el agua.

Escena 7. EXT. Fondo del arroyo, acercamiento al lodo. DIA

Voz: Como es un cultivo orgánico, tuvimos que buscar fuentes de abono y una vez al año en época de "secas" extraemos del fondo del arroyo que se encuentra dentro del terreno, los sedimentos que se han acumulado de manera natural y los ocupamos para abonar los árboles de macadamia y ayudar a mantener un suelo rico en nutrientes. Nunca he realizado un estudio sobre los componentes de estos sedimentos, pero creo que sería interesante, para saber realmente que estamos aportando al suelo.

Para mí es muy importante no utilizar agroquímicos pues finalmente empobrecen el suelo.

Escena 8. EXT. Caballos comiendo hierba y nueces, excremento. DIA.

Voz: Los dos caballos que viven dentro del huerto son: Rosa es una hembra Pony que se hizo grande y ya no la quería su dueño quién la peinaba y llenaba de monos para pasear niños los días domingo en el parque y la adoptamos en el rancho. Ambos caballos, me ayudan a mantener libre de hierbas el suelo bajo los árboles de macadamia, abonando también con su excremento y Rosa algunas veces me ayuda a pelar la nuez, pues le gusta únicamente la cáscara verde de la macadamia. Es increíble, con ellos las labores de chapeo se han reducido casi al 100% y nos ayudan también a veces a cargar la cosecha y el abono de la huerta.

Es increíble como nos ayudan estos animales y nos evitan de usar pesticidas y herbicidas, de los cuales cada vez se sabe mas la enorme efecto perjudicial que genera su utilización.

Escena 9. EXT. Cajones de abeja, abejas polinizando, su hijo comiendo miel. DIA.

Voz: Tenemos dos cajones de abeja que han incrementado mucho la producción de macadamia y nos permiten cosechar al menos 10 Kg. de miel de macadamia al año, una miel por cierto deliciosa y además de saludable encanta a mis hijos!

Escena 10.EXT. Árboles secándose y ardillas, nueces comidas por ardillas. DIA.

Voz: En los últimos 20 años hemos perdido 5 árboles, por un fenómeno extraño, los árboles comienzan a secarse y en el lapso de un mes, mueren por completo, pienso que es un tipo de hongo que afecta las raíces, pero el daño ha sido mínimo. Las ardillas si que son un problema, consumen aproximadamente el 15% de la cosecha de la nuez en estado tierno.

Escena 10.5 EXT. Hoyos de tuza y árboles derribados. DIA

Las tuzas también son otro problema ante el cual ponemos trampas para zorra y con ellas las tenemos que ir controlando todo el tiempo; alguna vez contraté un “tuzero” de la zona, esto es, una persona especialista en la paciencia de cazar tuzas, el trato era algo así como: \$25 por tuza cazada, durante 15 días, llegaba a mi casa con más de 5 tuzas, entonces tuve que parar la casería.

En la huerta realizamos podas regulares una vez al año después de la temporada de viento (marzo), por cierto, el viento es el factor climático más perjudicial que tenemos en la zona pues logra derribar a los árboles.

Escena 11. EXT. Flores de macadamia. DIA.

Voz: La temporada de floración depende de la variedad, pero la variedad Alberca-527 muy la mas distribuida y adaptada en esta región, comienza a finales de enero y termina a finales de marzo. La cosecha dura 6 meses, siendo el momento de mayor cosecha el mes de septiembre.

Escena 12. EXT. Cosecha, nueces en cáscara, procesado y ventilado. DIA.

Voz: La nuez se descascara inmediatamente cosechada y se orea en sarandas a la sobra

Escena 13. INT. Procesamiento y productos. Su esposa y la Sra. que procesa la nuez. DIA.

Voz: El destino de producción es local y sin intermediarios. La macadamia se procesa en la huerta y se preparan distintos productos como: galletas, macadamia enchilada, salada y garapiñada, y mi esposa también participa en la toma de decisiones sobre el procesamiento y cuestiones de caducidad del producto.

El precio promedio de \$150/Kg. es fijado por el mercado orgánico, ya que nuestra nuez esta certificada orgánica desde 2010.

Escena 14. Platicando con el Dr. Escalona en la huerta. DIA

Hace tiempo formé parte de un grupo de intercambio de experiencias una asociación civil de macadamia, actualmente el intercambio de conocimientos y experiencias es con amigos y vecinos que cultivan la macadamia. En lo personal me gustaría tener asesoría en relación a la diversificación posible en huertas de macadamia y al control de plagas de manera orgánica, también sobre la aplicación de abono de manera menos empírica.

Pienso que hace falta difundir más el consumo de la macadamia, sin embargo yo quiero sembrar más macadamia por la alta demanda del mercado que actualmente tengo y no puedo satisfacer. Pienso que es un cultivo rentable y que se integra al paisaje biocultural, no es un árbol que entorpezca sobre la biodiversidad de la zona y contribuye a la formación de un agroecosistema más benévolo con el medio ambiente.

Espero que el compartir mi experiencia sea de utilidad para aquellos pequeños productores que desean cultivar nuez de macadamia orgánica.

-SECUENCIA 4-

Productores de Macadamia

Escena 1. INT. Los productores de nuez de macadamia en Tlalnelhuayocan.

Fotografías con movimiento de las familias de los diferentes productores de macadamia, llevando a cabo su actual profesión con subtítulos de: nombre, profesión, edad.

Voz: En la región de Tlalnelhuayocan hay mas productores como Pablo Valderrama que están muy entusiasmados con el manejo orgánico de sus huertas para proteger la biodiversidad de la región y la gran demanda que tienen de su producto hace que todos ellos estén interesados en sembrar mas árboles de nuez de macadamia.

Escena 1. INT. Foto Familia Vinaver. DIA

Texto y voz: Rocío Sagaón Bocanegra. 73. Bailarina y Ceramista

Escena 2. EXT. Foto Familia Samaniego. DIA

Texto y voz: Hernán Samaniego Lapuente. 55. Corredor de caballos.

Escena 3. INT. Foto Familia Cabrera. DIA

Texto y voz: Cecilia Amalia Castillo Cabrera. 53. lic. en derecho.

Escena 4. INT. Familia Alatorre. DIA

Texto y voz: Argel Alatorre Guzmán. 58. M. en C. en Recursos Naturales.

Escena 5. INT. Familia Valderrama. DIA

Texto y voz: Pablo Valderrama Rouy. 57. Antropólogo.

Escena 2.EXT. Vista de la plantación de Adolfo Morales y en entrevista:

Voz: Yo comencé a sembrar macadamia hace tan solo 5 a. y en realidad es para reforestar mi predio, pues

-SECUENCIA 5-

Experiencias exitosas en nuestro país con el cultivo de macadamia diversificado: macadamia-ganado y macadamia-café-plátano.

Escena 1. EXT. Vista Ganado Macadamia. DIA.

Voz: En nuestro estado existen también experiencias exitosas en el cultivo de la macadamia en asociación a otras actividades agrícolas y ganaderas. En Chocamán el Dr. Miguel Ángel Remes cría ganado entre sus árboles de macadamia que le dan sombra al ganado y un ingreso económico, generando un sistema silvopastoril viable y muy interesante.

Escena 2 EXT. Vista Café-Plátano-Macadamia.DIA.

Voz: En Coscomatepec, Ver. el Dr. Escamilla Prado cultiva de manera orgánica café-plátano y macadamia, generando un sistema agroforestal, esto es que su finca se asemeja un bosque natural en riqueza de especies, de retención de humedad y todas las bondades que brinda un bosque, además de ser un negocio redituable y del que percibe ingresos a lo largo del año.

-SECUENCIA 6-

Conclusión y reflexión

Escena 1. EXT. "Colibrí o Mariposa".ATARDECER.

Voz: El árbol de macadamia es una especie muy atractiva para sembrar dentro de nuestros potreros, milpas, cercos vivos o cafetales, ya que además de ayudar a la reforestación de nuestro municipio, la experiencia de productores locales nos confirma que es un negocio rentable, que nos puede ayudar a permitir vivir de una manera más digna, sin tener que seguir destruyendo nuestros bosques o vendiendo nuestra tierra y protegiendo así la Subcuenca del río Pixquiac.

Descripción: aquí pueden aparecer beauty shots de mariposas, pájaros, gusanos, caras de niños, etc.

-SECUENCIA 7- **Agradecimientos y logotipos. CITRO, UV, SENDAS AC.**

Anexo 11. Elaboración y utilización del aparato “A” para el trazado de curvas de nivel.

Anexo 12. Vista de la plantación: café-macadamia-plátano.

Anexo 13. Fichas sistemáticas sobre las tres fincas visitadas.

FICHA No. 1

Primer parte

1. Nombre de la experiencia

“Sistema silvopastoril: Ganado/macadamia”

2. Lugar (País, Región, Municipio)

México, Veracruz, Coscomatepec.

3. Contexto geográfico

El municipio de Coscomatepec, se encuentra en el estado de Veracruz, en la zona central montañosa del estado. Es uno de los 212 municipios de la entidad y cuenta con una superficie total de 130,78 km². Sus límites son al norte: Alpatláhuac, Calcahualco y el Estado de Puebla, al sur: La Perla y Chocamán, al este: Huatusco y al oeste: Calcahualco y La Perla.

4. Datos del productor

El Ing. Miguel Ángel Remes Ruiz, de cuarenta y cinco años de edad, originario de Veracruz, con Maestría en Reproducción animal, con 5 miembros de familia que no residen en la plantación.

5. Datos de la plantación

La Finca “La Pastoría”, se encuentra ubicada en el barrio de San José (domicilio conocido), municipio de Coscomatepec.

Altura 1588 msnm

Posición GPS 19°1'44.6"N 97°6'50.06"O / 19.029056, -97.1139056

6. Historia y características de la huerta

Superficie: 9 has

Tenencia: propiedad privada

Hace diez años que el Ing. Ángel Remes, compró este terreno, el cual ya tenía alrededor de 100 árboles de macadamia y algunos de aguacate los cuales se fueron muriendo poco a poco. Desde ese entonces las macadamias estaban ya en asociación con ganado. Los árboles no han cambiado “tanto” de tamaño por lo que se podría presuponer que los árboles de macadamia tenían al menos otros 10 años de establecidos.

Los ahora 120 árboles de macadamia están ubicados en alrededor de 2 has, las cuales se encuentran sembrados de manera aleatoria, y protegidos del viento por la orografía del terreno.

Segunda parte

7.- Dimensión ecológica-productiva

Esta huerta, se encuentra rodeada por potrero, plantaciones de papa, chayote y limón, y un pequeño acahual. Un arroyo cruza por el centro al terreno, sin embargo la macadamia no se riega en ninguna época del año y el agua que se ocupa para consumo proviene de la red de agua potable de la comunidad y no se tiene ningún sistema de ahorro o captación de agua.

El productor observa que el suelo que se encuentra bajo la copa de los árboles, es donde mayor se desarrolla el pasto del potrero. Nunca se han realizado análisis de suelo ni foliares, sin embargo se aplica fertilizante químico "Triple 16 ó Nitro doble mezclado*", tres veces al año, en los meses de enero, agosto y noviembre .

Las variedades sembradas son A-527, y varios criollos, esta plantación se encuentra en asociación con Ganado Flexvie, 35 cabezas de ganado/9 has, el cual es ganado de doble propósito ya que es productor de lecho (hasta 50 litros por vaca/día) y productor de pie de cría.

El árbol de macadamia principalmente sirve de sombra para el ganado principalmente en época de calor y no dificulta de ninguna manera las demás actividades de la finca (el trabajador de la huerta, lo único que encuentra no beneficioso de los árboles de macadamia dice: -son las espinas, de las hojas y se ríe!).

Tuvieron hace años un cajón de abejas, pero se africanizó y ya no han vuelto a tener, pero se han observado panales de manera natural sobre los árboles de macadamia.

Las únicas plagas son: la ardilla (-a la cuál le corresponde toda la cosecha de los dos árboles que están junto al arroyo) y una planta "injerto", que comienza a crecer sobre el árbol, se quita manual y nunca ha causado un serio problema.

La variedad A-527 comienza su floración en febrero y termina en abril, siendo a su vez los meses de cosecha de enero a marzo.

Manejo. Las únicas podas que realiza son sobre las ramas más bajas a del árbol, hasta un poco arriba de la altura del ganado, para que este pueda transitar abajo de los árboles, no se lastime, ni ramonee las flores.

No se realiza ningún chapeo, puesto que las vacas son las encargadas de esa labor.

Las raíces de estos árboles se han adaptado al pastoreo haciéndose las exteriores mucho más gruesas y visibles.

Únicamente un toro ha derribado 3 árboles de macadamia por lo que ahora se tiene encerrado.

La parte del terreno con árboles de macadamia esta dividida en tres zonas para el pastoreo, los toros siempre están en ésta área y se integran las hembras y crías a ésta zona temporalmente. La presencia de árboles de macadamia no modifica en nada en número de ganado por área, ya que además el ganado es alimentado con avena y otros cereales. Pues 35 cabezas/9 has es una densidad muy alta.

La cosecha se realiza una vez por semana, y la nuez se descascara cada mes y medio, de manera manual y se almacena en cajones de plástico perforados y a la sombra, sin dársele ninguna limpieza a la nuez.

La cosecha ha sido en promedio de 2.5 toneladas, sin embargo no se lleva un registro formal ni de volumen ni de rendimientos.

El viento es la primer fuente climática que afecta a los árboles y después el granizo.

Si desea sembrar más macadamias en la huerta, pero tiene que proteger los árboles hasta al menos cuatro años de edad.

9.- Dimensión socio-económica

El encargado de la huerta es Rubén Rodríguez Carmona, con primaria terminada y 10 años de antigüedad en la huerta. No establece ninguna relación fuera del trabajo con su "patrón", sin embargo tienen una comida juntos cada fin de año, y dependiendo de la venta de la nuez es mi aguinaldo. Existen dos trabajadores fijos en la huerta y en época de cosecha aumenta aun sólo trabajador.

La venta es en concha y su destino de la venta es a nivel nacional, Se recuerda sólo haberse quedado con la cosecha 2005, el precio promedio de venta 2011 fue de \$10.00/kg. El precio se fija entre el productor y comprador, siendo a veces la única limitante para su venta.

Primer parte

1. Nombre de la experiencia
“Café-macadamia-Plátano-Especies locales”

2. Lugar (País, Región, Municipio)
México, Veracruz, Chocamán.

3. Contexto geográfico

El municipio de Chocamán, se encuentra ubicado a 1360 metros promedio del nivel del mar, se encuentra ubicado en la zona central del Estado, en las coordenadas 19°01´ de latitud Norte y 97°02´ de longitud Oeste. Limita al Norte y Noroeste con Coscomatepec; al Noreste; al Sur con Fortín y al Suroeste con La Perla. Su distancia aproximada al Sursuroeste de la capital del Estado por carretera es de 146 Km. Tiene una superficie de 41.13 Km², cifra que representa un 0.06% total del Estado. Su clima es templado-húmedo-regular con una temperatura promedio de 19° C.; su precipitación pluvial media anual es de 1,844.4 milímetros. Cuenta con una población de 16,549 habitantes. Los ecosistemas que coexisten en el municipio son el de bosque frío de pináceas y bosque templado caducifolio con especies como el ocozote, encino, fresno y álamo, donde se desarrolla una fauna compuesta por poblaciones de zorros, tlacuaches, ardillas, conejos y reptiles

El clima es templado-húmedo-regular con una temperatura promedio de 19° C.; su precipitación pluvial media anual es de 1,844.4 milímetros.

El municipio se encuentra ubicado en la zona montañosa del Estado, siendo su suelo bastante quebrado, recorrido por las pintorescas y profundas barrancas de Metlac y Chocamán.

4. Datos del productor

El Ing. Esteban Escamilla Prado, de cincuenta y tres años de edad, originario de Chocamán, Veracruz, agrónomo con Doctorado en Ciencias, con 6 miembros de familia que no residen en la plantación.

5. Datos de la plantación

La Finca “Tlacama”, se encuentra ubicada en la Av. Miguel Hidalgo s/n Colonia Centro CP 941000, municipio de Chocamán, Ver.

Altura_ 1350-1400 msnm

Posición GPS 18°57'15"N 96°58'7"O / 18.95417, -96.96861
Coordenadas: 18°57'15"N 96°58'7"O / 18.95417, -96.96861

6. Historia y características de la huerta

Superficie: 8000 m

Tenencia: propiedad privada

Densidad de árboles 98 árboles en 7000 m

El terreno fue cultivo de cana, en 1990 se cambió por café, iniciando la asociación con chile y frijol; en 1991 se estableció la macadamia y el plátano para obtener el velillo (hoja). De café hay 4000 plantas, de macadamia 98 árboles, 300 de plátano y varios árboles dispersos de nogal, zempalehual, jonote, Inga, ixpepe, fresno, cedro rosado y guayaba entre otros árboles de sombra.

Segunda parte

7.- Dimensión ecológica-productiva

Esta huerta esta rodeada de potreros, acahuales y fincas de café. La macadamia da beneficios ecológicos y económicos a la huerta, sin embargo con el tiempo limita la producción de café por el exceso de sombra. Bajo la copa de los árboles de macadamia se encuentra una mayor presencia de hojas de macadamia secas y menor cantidad de hierbas arvenses. Únicamente se ha realizado un análisis de suelo en 1998 y la opción para mantener la diversidad y riqueza del suelo fue el establecimiento de un policultivo de café orgánico certificado con macadamia las variedades sembradas son la mayoría A-527, Lewis y UCLA; se abona una vez cada cinco años con lombricomposta aplicada al café en el mes de junio; además se tienen cercas vivas

Manejo. No se riega la huerta, sin embargo existe un pozo rudimentario que se utiliza ocasionalmente

No se tienen cajones de abejas en la huerta.

La mayor plaga la representan las ardillas y posteriormente los hongos. Con las ardillas no se lleva a cabo ningún control y por los problemas de hongos se replantaron árboles dañados en 2011. El apoyo que requeriría sería el conocer formas de control sustentable de las ardillas.

Se realizan podas regulares en los meses de abril, junio, septiembre. El chapeo se realiza con machete 2 ó 3 veces al año en los meses de abril, junio y septiembre.

La cosecha se realiza una sola vez en el mes de septiembre cuando la nuez comienza a abrirse, se sacuden los árboles y se cosecha una sola vez. La nuez se pela de manera manual y se orea en el suelo a la sombra

El viento es definitivamente la fuente más agresiva, siguiéndole el granizo.

la primer fuente climática que afecta a los árboles y después el granizo.

La variedad A-527 inicia en febrero y termina el abril, comenzando la cosecha entre agosto y septiembre. La variedad A-527 es la que más recomendaría por su rusticidad y productividad.

La cosecha promedio de los últimos 4 años es de 900kgs/NIS. Por árbol en verde son 30 kg y 15 en concha, en base a datos de 10 años de producción. La nuez es clasificada por tamaños (primera, segunda, tercera, cuartas y desecho).

Sí desea sembrar más macadamia en la huerta, pues es un cultivo con diversas ventajas: rusticidad, adaptación, longevidad, potencial productivo, servicios ambientales y una alimento con alto valor nutritivo. Además observo aves, insectos, ardillas, y mamíferos pequeños y árboles nativos que crecen de forma natural como : fresno, nogal, ixpepe, jonote, zempalehual y diversas hierbas arvenses.

La mayor dificultad es regular la competencia de especies por la luz y la fertilidad del suelo.

Entre diciembre y enero se cosecha el café, en febrero se poda el café, a partir de marzo y dos meses se corta el velillo, y en septiembre se cosecha la macadamia.

Del total de árboles, sólo 70 son productivos, los restantes 28 árboles tuvieron problemas como son: enfermedades, variedades no adaptadas, árboles volcados, entre otros problemas. El año 2011 se eliminaron los árboles con problemas y se plantaron 28 plantas de la variedad A 527.

9.- Dimensión socio-económica

El encargado de la huerta es Roberto Nolasco, no sabe leer y lleva 20 años trabajando en la huerta. La capacitación ha sido únicamente directa. Llevamos a cabo convivios, sobre todo a final de año y estableciendo así una relación más cercana con el trabajador, quién recibe utilidades al final de la cosecha. El no se dedica de manera personal al cultivo o propagación de la macadamia. Hay 3 trabajadores fijo y suben a 6 en meses de cosecha

Únicamente el café esta certificado por CERTIMEX desde el 2000, y deseamos incluir también a la macadamia ya que los beneficios serían económicos, ecológicos y de salud para el consumidor, y hemos ya tenido solicitudes de un 25% de nuestros cliente por nuez de macadamia orgánica.

Nunca he vendido mí cosecha por adelantado, pero sí he tenido que tirar la cosecha 2007 por falta de cliente y en dos ocasiones tuve que almacenarla por 6 meses y otra por un año. La nuez es vendida en concha precio promedio 2011 \$18/kg/NIS, siendo el comprador quién fija el precio, pues hace falta competencia , falta difusión y muchas veces son intermediarios quienes realizan la compra.

La macadamia representa el 25% del total de mis ingresos y de la huerta el café \$20,000.00. Plátano para velillo \$6,000.00 y macadamia \$14, 000.00. Estos datos son del año 2011, de tal forma que en porcentaje son: café 50%, hoja o velillo de plátano 15 % y macadamia 35%.

En la casa consumimos nuez de macadamia fresca, en galletas y en panes.

La venta es en concha y su destino de la venta en a nivel nacional, Se recuerda sólo haberse quedado con la cosecha 2005, el precio promedio de venta 2011 fue de \$10.00/kg. El precio se fija entre el productor y comprador, siendo a veces la única limitante para su venta.

10.- Dimensión político-cultural

Pertenezco a un grupo de intercambio de experiencias en teoría pues en la práctica no han funcionado, por lo que no se han generado iniciativas de resistencia. Promuevo el cambio hacia una sociedad más justa buscando mejores precios a través de la organización y la generación de valor agregado con productos diferenciados. Promuevo el cuidado al medio ambiente como

productor de café orgánico, como profesor en educación y capacitación y como asesor de organizaciones cafetaleras.

Las decisiones de la huerta las tomamos en la familia, participando la mujer (mi esposa) en la supervisión y cosecha de la macadamia.

No he recibido ningún tipo de capacitación, sin embargo como investigador de la universidad me he ido capacitando al respecto.

El principal apoyo que requeriría sería para la comercialización del producto así como para su procesamiento y posteriormente para el manejo orgánico de plagas. Es importante recibir asesoría para darle un valor agregado a la macadamia y generar organización es de productores.

Estoy interesado y de hecho comparto mi experiencia en cursos y asesoría con pequeños productores de la región.

Actualmente me interesa renovar el cafetal e incrementar la producción de macadamia certificándola como orgánica.

11.- Observaciones generales

-“el potencial de la macadamia es enorme, siempre y cuando se tenga una visión social hacia los pequeños productores”-

Primer parte

1. Nombre de la experiencia

“Macadamia **orgánica**”

2. Lugar (País, Región, Municipio)

México, Veracruz, Tlalnelhuayocan.

3. Contexto geográfico

El municipio de Tlalnelhuayocan,

4. Datos del productor

El Sr. Pablo Valderrama Rouy tiene 57 años de edad, una maestría en Antropología, con interés en realizar un estudio de Doctorado en Bioculturalidad. Es de origen del Distrito Federal, con dos hijos y su esposa residen en la plantación.

5. Datos de la plantación

E “Rancho Olinca” esta ubicado con domicilio conocido en Mesa de Gómez, municipio de Tlalnelhuayocan.

Altura 1670 msnm

Posición GPS N 19 31 869 W O 96 58 592

6. Historia y características de la huerta

Superficie: 5 has

Tenencia: propiedad privada

Densidad de árboles 200/ha = 1,000 árboles

El terreno fue originalmente potrero y desde 1980 su padre el Sr. Enrique Valderrama comenzó a introducir por primera vez a la zona la macadamia como cultivo. A pesar de lo accidentado del terreno se ha realizado mucho trabajo para la elaboración de terrazas que protejan el suelo de la erosión hídrica.

Segunda parte

- 7.- Dimensión ecológica-productiva

Esta huerta esta rodeada por acahuales, bosque mesófilo y potreros. Debido a lo accidentado del terreno se ha realizado mucho trabajo para la protección de los suelos de la erosión hídrica, se trabaja en terrazas con curvas de nivel, cercas vivas y abono orgánico, que extraemos de los sedimentos del arroyo que tenemos; una vez al año en época de secas extraemos del fondo del arroyo los sedimentos que se han azolvado y abonamos los árboles

(aunque nunca hemos realizado análisis de dicho pozo), también los dos caballos de la huerta contribuyen con su excremento.

Entre las variedades sembradas están victoria, A-527, Huatusco, 560, GW210 y Lewis entre otras. Las más adaptadas y con mejores rendimientos son Huatusco, A-527 y Victoria. Los árboles están sembrados a una distancia promedio de 8 x 8 m a pesar de lo cual a veces llegan a cruzarse las copas de distintos árboles compitiendo por la luz. También se van dejando algunos árboles locales o distintos en medio de la huerta como guayabas, encinos y fresnos.

Hay dos cajones de abejas que además de incrementar nuestra producción de macadamia, nos permiten cosechar al menos 10 Kg. de miel al año.

Manejo.

Se han presentado principalmente dos plagas o enfermedades, la primera es un tipo de muerte súbita, en las los árboles comienzan a secarse y mueren en el lapso de uno a tres meses, en los últimos 20 años sólo le ha ocurrido a 5 árboles. Las ardillas consumen un porcentaje de aproximadamente el 15% de la cosecha de la nuez en estado tierno y las tuzas también son otro problema ante el cual ponemos trampas tipo para zorra y con ellas las tenemos que ir controlando todo e le tiempo.

En la huerta realizamos podas regulares una vez al año después de la temporada de viento (marzo). El viento es el factor climático más perjudicial que tenemos pues derriba a las árboles. El chapeo no es casi necesario pues los dos caballos que tenemos se alimentan únicamente de las hierbas que crecen en la huerta bajo los árboles de macadamia.

La floración comienza a finales de enero en la variedad A-527 y termina a finales de marzo. La cosecha dura 6 meses, siendo el momento de mayor cosecha el mes de septiembre, la nuez se orea en barandas a la sobra

9.- Dimensión socio-económica

La tenencia de la tierra es privada. No llevo ningún registro de producción sin embargo sé que proceso 35 kg de nuez en almendra a la semana durante 10 meses. El encargado de la plantación se llama Laureano y Don Tomás, ambos saben leer y tienen en promedio 20 años trabajando en el rancho, la capacitación asido de manera personal un intercambio de saberes. No establezco ninguna relación fuera de lo laboral, sin embargo cada fin de año llevamos a cabo un convivio en donde dependiendo del año el aguinaldo. El destino de producción es local, sin intermediarios. Este cultivo representa el 25% del total de mis ingresos. Además esta el vivero del cual también percibo ingresos.

Empleados fijo son dos hombres y una mujer en la preparación de los distintos productos con macadamia, aumentando sólo uno durante los meses de cosecha.

La producción es orgánica y esta certificada desde 2010, el 25% de mis clientes me solicitaron esta certificación.

El precio promedio de la macadamia es de \$150/kg es fijado por el mercado. Considero que hace falta difusión.

10.- Dimensión político-cultural

Formé parte de un grupo de intercambio de experiencias una asociación civil de macadamia, pero sólo un tiempo, actualmente con amigos y vecinos intercambiamos experiencias. Promuevo el cambio hacia una sociedad más justa conservando la biodiversidad de la zona, con respeto social y apoyando a la formación de pequeños productores (minifundistas).

Mi esposa contribuye en la toma de decisiones sobre el procesamiento y aspectos de caducidad del producto.

No he recibido ningún tipo de capacitación, me gustaría sobre todo recibirla en relación a la diversificación posible en huertas de macadamia y al control de plagas de manera orgánica, también sobre la aplicación de abono de manera menos empírica.

Anexo 14. Fichas de las tres parcelas de los Pe

Parcela 1

Nombre del productor Juan Hernández García

Número de parcela 105

Ejido San Antonio

Municipio Tlalnahuayocan

Altura 1418 msnm

Datos GPS 14Q0711693 UTM 2158111

Superficie total 4 has

Sup. macadamia 7000 mts

Actividades dentro de la parcela

Presenta una hectárea de bosque, tiene un área de ganado y otra de maíz.





Parcela 2

Nombre del productor Alfonso Morales García

Número de parcela 278

Ejido San Andres

Municipio Tlalnahuayocan

Altura 1474 msnm

Datos GPS 14Q0711715 UTM 2160846

Superficie total 2.2 has

Sup. macadamia 7000mts

Actividades dentro de la parcela

Con el objetivo de reforestar ha sembrado 200 árboles de macadamia (variedades 527, huatusco y victoria) de un año y medio. Algunos árboles nativos.







Parcela 3

Nombre del productor Gabriel Hernández García

Número de parcela 130

Ejido San Antonio

Municipio Tlalnahuayocan

Altura msnm

Datos GPS 14Q 0709314 UTM 2157722

Superficie total 4 has **Sup. macadamia** linderos

Actividades dentro de la parcela

Una tienda, renta terreno para el cultivo de papa, ganado, dos nacimientos de agua dentro del predio y un área reforestada desde hace 8 años.

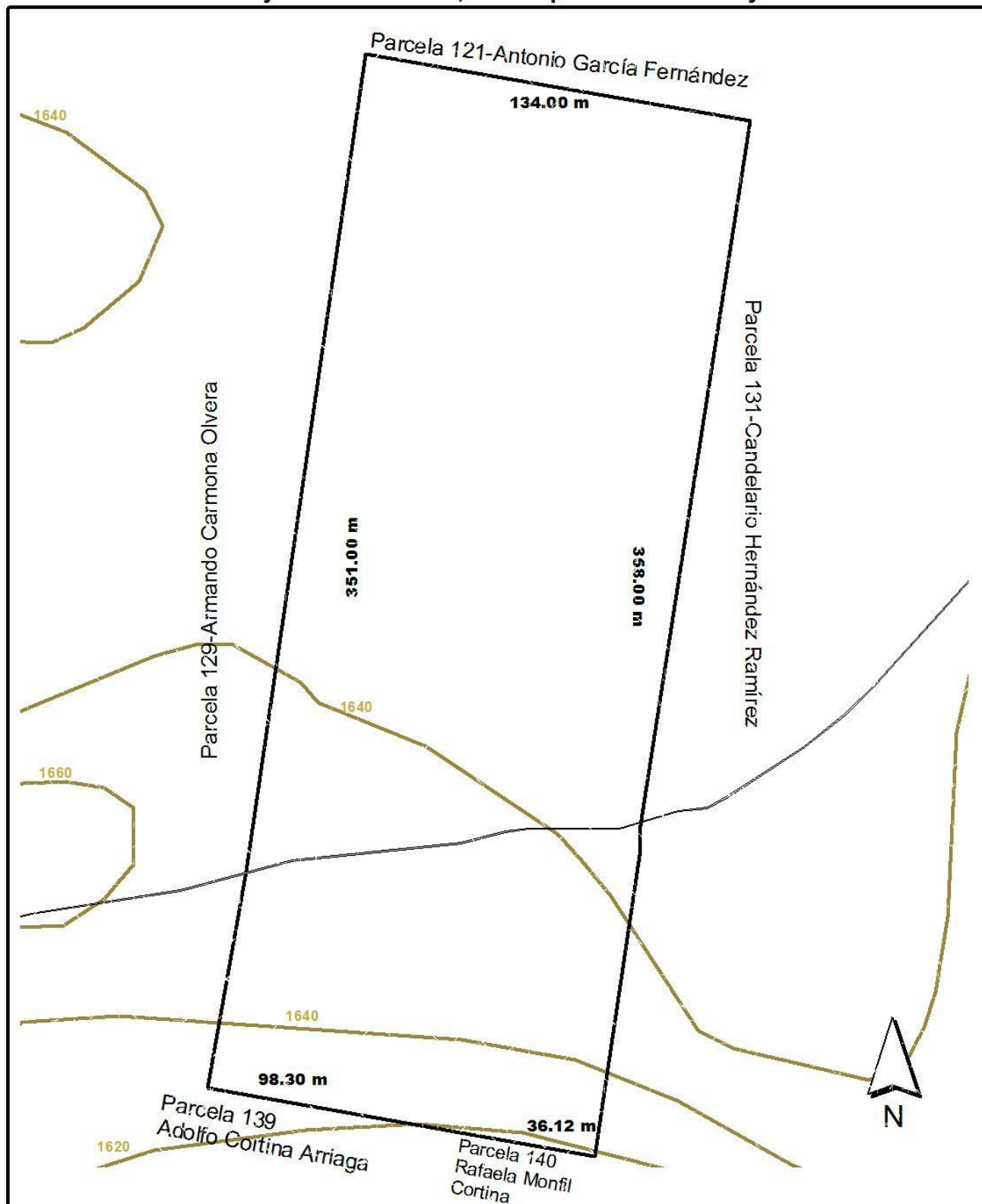






Anexo 16. Mapa de la parcela seleccionada (INEGI, 2009).

**Croquis de la parcela n° 130 del Sr. Gabriel Hernández García
Ejido San Antonio, municipio de Tlalnelhuayocan**



Escala 1:1,700

Curvas de nivel a cada 20 metros
Brecha

Información: Datos vectoriales, INEGI
Proyección: UTM 14, WGS84

Anexo 17. Procedimiento general para el establecimiento del módulo.



Anexo 18. Señalizaciones para los grupos de visitas en la parcela.



Beneficios de sembrar árboles de macadamia en tu potrero.

Nuez

Concha
como combustible

Cáscara verde
para abono

Aceite

Flor (Polen y Miel)

<p>Ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> Fija CO2 de la atmósfera Aumenta la biodiversidad Reduce deslaves Protege al suelo de la erosión Mejora el microclima 	<ul style="list-style-type: none"> Fija N2 Se reciclan los nutrientes Aumenta la materia orgánica del suelo Disminuye las heladas Da sombra 	<p>Otros productos</p> <ul style="list-style-type: none"> Leña Madera Carbón
---	--	--

muestra	K	Na	Ca	Mg	pH	N total
	CH ₃ COONH ₄ pH7 (cmol/ Kg)				1:2 H ₂ O	%
1	0.53	1.10	0.83	0.33	4.95	0.89

muestra	Fe	Mn	Cu	Zn	Materia orgánica	Carbono orgánico
	DTPA (mg/Kg)				%	
1	33.96	0.38	0.00	0.08	20.20	11.72

muestra	P Bray-Kurtz	Arcilla	Limo	Arena	Textura	C/N
	mg/Kg	%				
1	0.00	11.08	48.00	40.92	FRANCO	13

muestra	Densidad aparente	Densidad real
	g/cm ³	
1	1.00	2.12

Anexo 21. Resultados del monitoreo litros de leche/día

Día	Primavera			Verano				Otoño					
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Area	Septiembre	Area	Octubre	Area	Noviembre	Area
1	nd	nd	nd	84.5	74	67	1	145	10	45	7	42	11
2	nd	nd	nd	83.5	74	68	1	74	10	51	7	42	11
3	nd	nd	74	85.5	67	70	2	71	10	52	7	40	11
4	nd	nd	64	80.5	75	67	2	71	11	52	7	37	11
5	nd	nd	67	78	74	65	2	69	11	54	7	40	12
6	nd	nd	75	79	81	67	3	69	11	54	7	39	12
7	nd	nd	74	86.5	70	70	3	70	11	54	otra	40	12
8	nd	nd	81	83	82	65	3	69	12	56	otra	39	12
9	nd	nd	70	83	76	71	4	74	12	53	otra	41	12
10	nd	nd	82	82	73	75	4	69	12	42	otra	43	13
11	nd	nd	76	77	79	69	4	68	12	42	otra	42	13
12	nd	nd	73	84	82	73	5	67	12	49	8	45	13
13	nd	nd	79	75	82	74	5	71	13	48	8	44	13
14	nd	nd	82	77	72	74	6	68	13	46	8	41	13
15	nd	nd	76	82	78	71	6	70	13	50	8	40	1
16	nd	nd	72	78	78	72	8	69	1	46	8	40	1
17	nd	nd	nd	83	77	73	8	73	1	45	8	43	1
18	nd	nd	nd	83	76	75	8	69	1	48	8	41	2
19	nd	nd	nd	80	81	75	8	61	2	51	8	39	2
20	nd	nd	nd	78	77	66	8	69	2	50	8	43	2
21	nd	nd	nd	82	69	77	8	69	2	55	9	41	3
22	nd	nd	nd	79	72	65	8	75	3	52	9	40	3
23	nd	nd	nd	81	73	76	8	70	3	58	9	42	4
24	nd	nd	nd	80	76	67	9	66	3	45	9	41	4
25	nd	nd	nd	79	75	69	9	62	4	45	9	41	5
26	nd	nd	nd	81	72	76	9	59	4	46	9	41	5
27	nd	nd	nd	81	77	70	9	60	5	50	10	40	6
28	nd	nd	nd	83	73	70	10	60	5	54	10	38	6
29	nd	nd	nd	82	74	72	10	61	6	53	10	40	7
30	nd	nd	nd	79	67	69	10	61	6	50	10	42	7
31	nd	nd	nd	nd	76	74	10			49	10		
Promedio			74.6	81.0	75.2	70.7		70.3		49.8		40.9	

13. REFERENCIAS

- Achemapong-Boateng, O., Mikasi, M., Benyi, K. & Amey, A. (2008). Growth performance and carcass characteristics of feedlot cattle fed different level of macadamia oil cake. *Trop Anim Health Prod.*, 40 (3), 175-179.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Asociación Española de Ecología Terrestre. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 16(1), 3-12.
- Altieri, M. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo, Uruguay: Editorial Nordan-Comunidad.
- Altieri, M. (1994). Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica*, 54(4), 371-386.
- Armour 1985, Crane 1945, Douglas y de Hart 1976, Kaul y Ganguli 1962, Fair et al., 1984, Purselove 1968, Sagreiya 1940 & Weaver 1979. Apéndice L. Especies agroforestales apropiadas para agroforestería. Recuperado de http://www.fs.fed.us/research/publications/forest_production_for_tropical_america/appendix_l.pdf
- ASERCA. (2012). Café de México: hacia los mercados de calidad. *Revista Claridades Agropecuarias*. Recuperado de <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/163/ca163.pdf>
- ASERCA. (2000). Macadamia, la nuez más fina del mundo. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. *Revista Claridades Agropecuarias*. 81, 3-39.
- Augstburger, F., Berger, J., Censkowsky, U., Heid, P., Milz, J. & Streit, C. (2000). *Agricultura orgánica en el Trópico y Subtrópico. Macadamia. Guías de 18 Cultivos*. Alemania: Asociación Naturland.
- Ávila, V. & Revollo, D. (2014). Análisis financiero y percepción de los servicios ambientales de un sistema pastoril: un estudio de caso en los Tuxtlas, México. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. (22), 17-33.
- Balaguer, L. (2004). Las plantas invasoras. ¿El reflejo de una sociedad crispada o una amenaza científicamente contrastada?. *Historia Natural* 5, 32-41.
- Balcazar, F. (2003). Investigación acción participativa (iap): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación. *Fundamentos en humanidades*. Universidad Nacional de San Luis. Año IV – N° I/II (7/8), 59-77.
- Benítez, G. (2011). Crecimiento de la población y expansión urbana de la ciudad de Xalapa, Veracruz y sus efectos sobre la vegetación y agroecosistemas. (Tesis de doctorado). Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz.

- Benzing, A. (2001). *Agricultura Orgánica, Fundamentos para la región andina*. Alemania:Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen.
- Bird, P., Bicknell, D., Bulman, P., Burke, S., Leys, J., Parker, J., Van der Sommer, F. & Voller, P. (1992). The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. *Agroforestry Systems*, 20, 59-86.
- Bittenbender, H., Hu, N., Fleming, K. & Brown, H. (2008). Sustainability of organic fertilization of macadamia with macadamia husk-manure compost. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 29, 3-4.
- Blasco, C., Careño, S., Astrada, E. (2005) Evaluación de un sistema silvopastoril sobre vinalares en Formosa, Argentina. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Centro de Estudios sobre Ecología Regional (GESER). (2), 57-68.
- Borges, J., Barrios, M., Sandoval, E., Bastardo, Y. & Márquez, O. (2012). Características físico-químicas del suelo y su asociación con macroelementos en áreas destinadas a pastoreo en el estado de Yaracuy. *Bioagro*. 24(2), 121-126.
- Bru, P. & Basagoiti, M. (s/f). La investigación-acción participativa como metodología de mediación e interacción socio-comunitaria. Recuperado de http://www.pacap.net/es/publicaciones/pdf/comunidad/6/documentos_investigacion.pdf
- Calderón, G. (2006). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Familia Proteaceae*. Pátzcuaro, Michoacán, México: Instituto de Ecología A.C. Fascículo 143.
- Calle, A., Montagnini, F. & Zuluaga, A. (2009). Farmer's perceptions of silvopastoral system promotion in Quindío, Colombia. *Bois et forêts des tropiques, LE POINT SUR...*300(2), 79-94.
- Cañas, J., Cerón-Muñoz, M. & Corrales, J. (2011). Modelación de curvas de lactancia para producción de leche, grasa y proteína en bovinos Holstein en Antioquia, Colombia. *Revista MVZ*. 16(2), 2514-2520.
- Caporal, F. & Costabeber, J. (2009). La extensión rural con enfoque agroecológico y las políticas hacia la sustentabilidad rural. En Morales, J. (2011). *La agroecología. En la construcción de alternativas hacia la sustentabilidad rural*. (pp. 190-215). México: ITESO-Siglo Veintiuno Editores.
- Caporal, F., Costabeber, J., Paulus, G. & Oliveira, E. (2011). Principios e perspectivas da agroecología. Instituto Federal Paraná. Educação a distância. Recuperado de <http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2012/03/CAPORAL-Francisco-Roberto-AZEVEDO-Edisio-Oliveira-de-Princ%C3%ADpios-e-Perspectivas-da-Agroecologia.pdf>

- Cardoso, I. Guijt, F., Franco, F., Carvalho, A. & Ferreira, P. (2001). Continual learning for agroforestry system desing: university, NGO and Farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. *Agricultural Systems*, 69, 235-257.
- Carrillo, M., Bardales, X., Martínez, O. & Fernando, J. (2007). Manejo, uso y aprovechamiento de frutales nativos de la Amazonia colombiana. Memoria del V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.
- CCAD-PNUD/GEF. (2002). *Proyecto para la consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. Una plataforma para el desarrollo sostenible regional*. Serie Técnica 01. Managua. Recuperado de http://www.cmvs.chiapas.gob.mx/SEyBD/document/Serie_Tecnica_General.pdf
- Chambers, R. (1994). The origins and practice of participatory rural appraisal. Institute of Development Studies, Brighton. *World Development*, 22 (7), 953-969.
- Chávez, E. (2005). Especies nativas en contraste con introducidas. ¿Cultivar árboles foráneos? *Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental*, 141, 12-13.
- Coder, K. (1999). Potential allelopathy in diferent tree species. University of Georgia. Warnell School of Forest Resources Extension publication. Recuperado de <http://warnell.forestry.uga.edu/service/library/for99-003/for99-003.pdf>
- Combe, J. (1982). Agroforestry techniques in tropical countries: potencial and limtations. *Agroforestry Systems*, 1, 13-27.
- Comisión Nacional Forestal-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (CONAFOR), (2011). *Establecimiento de Sistemas Agroforestales*. Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico. México
- Comisión Nacional Forestal-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (CONAFOR). (2007). *Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas*. Jalisco, México: Tercera Edición. Recuperado de http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/MANUAL_SISTEMAS_AGROFORESTALES.PDF
- Consejo Nacional de la Biodiversidad (CONABIO). (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Contreras, A. & Hernández-Martínez, G. (2008). *Que bien huele, mejor sabrá!*. La organización de productores del proyecto Biocafé. Veracruz, México: Instituto de Ecología, A.C.
- CORPOICA, (2000). Manejo y siembra de pastos y forrajes. *Serie: Capacitación a pequeños ganaderos, Alimentación bovina*. Colombia: Centro de Investigación Palmira.

- Costello, G., Gregory, M., & Donatiu, P. (2000). *Southern Macadamia Species Recovery Plan*. Sydney, Australia: Horticulture Australia Limited the Australia Macadamia Society. Recuperado de <http://www.environment.gov.au>
- Cox, J., Van-Zwieten, L., Ayres, M. & Morris, S. (2003). *Macadamia husk compost improves soil health in sub-tropical horticulture*. Australia: SuperSoil 2004: 3rd Australian New Zealand Soils Conference. Recuperado de www.regional.org.au/au/asssi/
- Cull, B. (1983). *Proteaceae*. Australian Macadamia Society. Chapter 22 150-160 pp.
- De Camino, R. (2005). ¿Especies nativas o exóticas? Ése es el dilema. ¿Cultivar árboles foráneos? *Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental*, 141, 7-12.
- De Souza, H., Cardoso, I., de Sá Mendonca, E., Carvalho, A., de Oliveira, G., Gjorup, D., y Bonfim, V. (2012). Learning by doing: a participatory methodology for systematization of experiments with agroforestry systems, with an example of its application. *Agroforestry Systems*, 85, 247-262.
- De Villiers, E. A. & Joubert, P.H. (2003). *The cultivation of macadamia*. Institute for South Africa: Tropical and Subtropical Crops.
- Dixon, J., Gulliver, A., & Gibon, D. (2001). *Farming systems and poverty. Improving Farmer's livelihoods in a changing world*. Rome and Washington DC: FAO and Word Bank.
- Duguma, L., (2013). Financial analysis of agroforestry land uses and its implications for smallholder farmers livelihood improvement in Ethiopia. *Agroforestry Systems*, 87, 217-231.
- Espinoza, W., Krishnamurthy, L., Vázquez, A., & Torres, A. (2012). Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(1), 57-70.
- Fassola, H., Ferrerepaula, Lacorte, S. & Rodríguez, A. (s/f). Predicción de la producción de un pastizal bajo distintas estructuras de canopia de *Pinus taeda* L. En el noreste de Corrientes, Argentina. *RIA*. 31(2), 73-96.
- Figueroa, E. (2009). Los sistemas agroforestales. una alternativa del campo Mexicano. Chiapas, México. Recuperado de <http://agroeco.org/socla/wp-content/uploads/2013/11/sistemas-agroforestales.pdf>
- Figuerola, J. (2005). Nativos y exóticos, pero conservando la biodiversidad. ¿Cultivar árboles foráneos? *Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental*, 141, 16-17.
- Firth, D., Jones, R., McFadyen, L., Cook, B & Whalley, R. (2002). Selection of pasture for groundcover suited to shade in mature macadamia orchards in subtropical Australia. *Tropical grasslands*. (36), 1-12.

- Gaceta Oficial. (2008). *Plan municipal de desarrollo del municipio de San Andrés Tlaxnelhuayocan*. Órgano de Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.
- García, L. (1996). *Regiones con potencial productivo para el cultivo de la nuez de macadamia en el estado de Veracruz*. (Tesis de licenciatura). Universidad Veracruzana. Ciencias Agrícolas, Córdoba, Ver.
- Gil, J. (2014). *La metodología de investigación mediante grupos de discusión*. Dpto. Didáctica y Organización Escolar y MIDE, Universidad de Sevilla. Recuperado de //e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:20406&dsID=metodologia_investigacion.pdf
- Giraldo, L., Botero, J., Saldarriaga, J., & David, P. (1995). Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural, en la región atlántica de Colombia. *Agroforestería en las Américas*, 8,15-21.
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, Costa Rica: Unidad de comunicación-CATIE.
- Gómez, L., Ríos, L., & Eschenhagen, M. (2013). Agroecology publications and coloniality of knowledge. *Agronon. Sustain. Dev*, 33, 355-362.
- Gómez, S. (2011). *Impacto de las principales actividades antropogénicas en el municipio de Tlaxnelhuayocan, Veracruz, México en el período de 1990 al 2010*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Veracruzana, México.
- Gutiérrez, G. (2001). Nuez de Macadamia. *Revista Ciencia y Desarrollo*. marzo/abril del 2001. Volumen XXVII. No. 157. Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología. México.
- Guzmán, C. & Mielgo, A. (2007). La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. *Ecosistemas: Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 16 (1), 24-46.
- Guzmán, C., González de Molina, M., & Sevilla, E. (2000). Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Madrid. Mundi-prensa.
- Guzmán, C., Mielgo, A., Pouliquen, Y., Sevilla, E. (1998). Las metodologías participativas de investigación: un aporte al desarrollo local endógeno. *En II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica: Agricultura ecológica y desarrollo rural*. Universidad Pública de Navarra, 25-28 de septiembre. Pamplona 1996. Pp. 301-316.
- Guzmán, G., López, D., Román, L., Alonso, A. (2013). Investigación acción participativa en agroecología: construyendo el sistema agroalimentario ecológico en España. *Agroecología*. Departamento de Geografía, Historia y Filosofía, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España. 8(2), 89-100.
- Hagmann. (2004). *Aprendiendo juntos para el cambio*. Red de Estudios para el Desarrollo Rural A.C. México: Fundación Rockefeller.

- Hernández, L. (2010). *Antes de empezar con metodologías participativas*. México: Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible. Recuperado de http://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/08/m_DHernandez_ANTES.pdf
- Induri, G. (2005). ¿Cultivar árboles foráneos en Costa Rica? *Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental*, 141, 3.
- INEGI. (2010). Censo de población y vivienda. Veracruz, México.
- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tlalnahuayocan, Veracruz de Ignacio de la Llave.
- ISEC. (s/f). *Guía de instrumentos de la ficha de sistematización en soberanía alimentaria y agroecología emergente para el trabajo de campo*. Cuba.
- Jiménez, Q. (2005). ¡Cultivo de arboles en Costa Rica. Nativos y exóticos!. ¿Cultivar árboles foráneos? *Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental*, 141, 9-11.
- Juhani, O. (2001). *Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas*. Venezuela: Comunidad Andina.
- Kermond, P. & Baumgardt, B. (1996). *The Macadamia. From the seed to the supermarket*. Australia.
- Kremen, C., Iles, A. & Bacon, C. (2012). Diversified Farming Systems: An agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. *Ecology and Society*, 17, 4-44.
- Lang, D., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, & Thomas, C. (2011). Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science: bridging the gap between science and society*. doi: 10.1007/s11625-011-0149-x
- Lee, P. (1998). *Quality Assurance Handbook*. The Southern African Macadamia South Africa: Growers Association, SAMAC.
- López, D., Savaedra, G., Arreaza, L., Muñoz, J. & Rodríguez, C. (2012) Evaluación de sistemas de alimentación como estrategia para afrontar la estacionalidad en lechero ganadero. *Ciencia y Agricultura*. (9), 39-46.
- López, L. & Trujillo, J. (1997). *Caracterización de algunas variedades de nuez de macadamia*. (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz. México.
- Macnut, (2014). *The MacNut Guide*. Nueva Zelanda. Recuperado de <http://www.macnut.co.nz/grow.htm>

- Mahecha, L. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. (16), 1.
- Martínez, M. (1999). *Efectos de la fragmentación del bosque mesófilo de montaña en el este de México*. Informe final del proyecto R137 Universidad Autónoma de México. Instituto de Biología.
- Meirelles, P., Mascia, J. & Eyji, E. (2012). Modeling tree cover changes in a pasture-dominated landscape by adopting silvopastoral practices in a dry forest region in Central Brazil. *Agroforestry Systems*, 87, 881-890.
- Miranda, P. (2003). *Cultivo de macadamia (Macadamia integrifolia), control biológico del barrenador de la nuez de macadamia (Ecdytolopha torticornis), con tres diferentes niveles de concentración del hongo entomopatógeno Beauveria bassiana (Blas.)* (Tesis de Licenciatura). Facultad de Quetzaltenango, México.
- Montgomery, P. (2006). *Macadamia Promotions Practiced by Australia. Chairman Promotions Comittee*, Australian Macadamia Society. Memorias del III Simposio International de Macadamia. Brasil.
- Molina, M., Mahecha, L. & Medina, M. (2005). Importancia del manejo de hongos micorrizógenos en el establecimiento de árboles en sistemas silvopastoriles. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 18 (2), 162-175.
- Mosqueda, R. (1980). *La macadamia. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Folleto Técnico Núm. 75. México.
- Muhammad, I. & Villanueva, C. (2014). *Diseño de sistemas silvopastoriles como estrategia para la adaptación y mitigación al cambio climático de sistemas ganaderos del trópico Centroamericano*. Presentación ppt. CATIE. Recuperado de www.fontagro.org/sites/default/files/stecnico/pp_POA_10_29_2011.pdf
- Muñoz-Pedrerros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77, 139-156.
- Murillo, O. (2005). Desmitificación del debate entre especies nativas y exóticas. ¿Cultivar árboles foráneos? *Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental*, 141, 4-6.
- Murphy, T., Jones, G., Vanclay, J. & Glencross, K. (2012). Preliminary carbon sequestration modelling for the Australian macadamia industry. *Agroforestry Systems*, 87, 689-698.
- Musálem, S. (2001). *Sistemas agrosilvopastoriles*. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales, México.

- Nagao, M. (2007). *Farm and forestry, Production and Marketing Profile for macadamia nut. Speciality Crops for Pacific Island Agroforestry.*
- Nee, M. (1988). *Flora de Veracruz. Proteaceae.* Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Fascículo 56. Veracruz, México.
- Ocaña, Z., Castillo, G. & Valles, M. (s/f). Efecto de la carga animal sobre gramas nativas, características del suelo y producción de leche y becerros de vacas holstein X cebú en pastoreo intensivo en el trópico. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, FMVZ,-UNAM. Memoria. Terceras Jornadas Bovinas.
- Ortiz, R. & Silva, S. (2006). Cálculo y manejo en pastoreo controlado. II) Pastoreo rotativo y en franjas. *Revista Veterinaria, Montevideo.* 41(161-162), 15-24.
- Osorio, H. (1991). *Diagnóstico sobre la producción de la nuez de macadamia en la zona centro del estado de Veracruz.* (Tesis de Licenciatura). Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas. Córdoba, Veracruz. México.
- Paré, L. y Gerez, P. (2012). *Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz. México:* Secretaria del medio ambiente y recursos naturales, Instituto de Nacional de Ecología.
- Pérez, A., Bornemann, G., Campo, L., Sotelo, M., Ramírez, F. & Arana, I. (2005). Relaciones entre biodiversidad y producción en sistemas silvopastoriles de América Central. *Ecosistemas.* 14(2), 132-141.
- Pérez, A., Rincón, P. (1998). *Caracterización y evaluación de 27 cultivares de macadamia (Macadamia tetraphylla L:A:S Johnson y Macadamia integrifolia Maiden and Betche) en Huatusco, Veracruz, México.* (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana, México.
- Pérez, F. (2009). *Agroecología per a un paisatge en extinció. Accions per la natura a l'hora de Millars.* España: Onada edicions. Recuperado de <http://www.worldcat.org/title/agroecologia-per-a-un-paisatge-en-extincio-accions-per-la-natura-a-lhora-del-millars/oclc/804443975>
- Queensland Government. (2014). *Macadamia grower's handbook.* Recuperado de www.deede.gld.gov.au
- Queensland Department of Agriculture. *Macadamia harvesting, yields and prices 2013.* Recuperado de macadamia.co.nz/443766/noticeboardimages/54-c1.pdf
- Quintas, G. (2011). *Nuez de macadamia para México.* México: Instituto Literario de Veracruz, S.C.
- Quintas, G. (agosto, 2006). Mexican's Macadamia. En J. E. Mendes, *III Simposio internacional de Noz Macadamia.* Simposio llevado a cabo en la Brazilian Macadamia Society, Brasil.

- Rahman, a., & Fals-Borda, O. (1989). La situación actual y las perspectivas de la IAP en el mundo. *Análisis político*. Número 5. Universidad Nacional de Colombia.
- Ranaboldo, C. & Venegas C. (2007). *Escalonando la agroecología. Procesos y aprendizajes de cuatro experiencias en Chile, Cuba, Honduras y Perú*. Centro Internacional de Investigaciones para le Desarrollo. Ottawa, Canada: Plaza y Valdés Editores.
- Robledo, J., Prado, E. & Paz, A. (2006). La nuez de macadamia en las regiones cafetaleras de Veracruz. En *El cafetal del futuro, realidades y visiones*. Cap. 6. Pp. 257. Alemania: Shaker Verlag.
- Robledo, J. (2003). *Caracterización genética de germoplasma de Macadamia spp.* (Tesis de Maestría). Colegio de Postgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Texcoco, Edo. de México.
- Robledo, J. & Escamilla, E. (1992). *Capacitación sobre el cultivo de macadamia a cafeticultores del centro de Veracruz*. Universidad Autónoma de Chapingo, CRUO. Huatusco, Veracruz. México.
- Robledo, J., Prado, E., Reyes, C. & Reyes, A. (1992). *Una alternativa para la diversificación de cultivos en zonas cafetaleras*. Tríptico informativo. Universidad Autónoma de Chapingo, CRUO. Huatusco, Veracruz. México.
- Robledo, J. & Escamilla, E. (1990). *Plantación de macadamia y cardamomo en el predio del CRUO*. Universidad Autónoma de Chapingo, CRUO. Huatusco, Veracruz. México.
- Rojas, R. (1997), *Guía para realizar investigaciones sociales*, México, Plaza y Valdés, 19ª edición.
- Roldán, P. (2008). Incentivos económicos para la implementación de un sistema silvopastoril. Un aplicación en la cuenca Miel (Caldas). *Revista economía del Caribe*. (2), 168-201.
- Rosas, A., Sánchez, F. (2005). *Caracterización del agroecosistema Macadamia-Coffea arábica en la finca Casa Blanca, Mahuixtlán municipio de Coatepec, Veracruz*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Veracruzana, Facultad. de Ciencias Agrícolas. Veracruz, México.
- Ruiz, R. (2004). *Contenido nutrimental en suelo y follaje, en un agroecosistema de Macadamia sp., en Tlalnahuayocan, Veracruz*. (Tesis de maestría). Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana.
- Rzedowski, J. (1994). *Vegetación de México*. LIMUSA. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México: Noriega Editores
- Sabogal, C., Guariguata, M., Broadhead, J., Lescuyer, G., Savilaakso, S., Essoungou, N. & Sist, P. (2013). Manejo forestal de uso múltiple en el trópico húmedo; oportunidades y desafíos para el manejo forestal sostenible. *FAO Forestry Paper No. 173*. Roma, Italia, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura / Bogor, Indonesia, Centro Internacional de Investigación Forestal. Recuperado de

<http://www.fao.org/docrep/018/i3378s/i3378s.pdf>

SAGARPA. (2011). *Mecánica operativa para las instancias ejecutoras del componente apoyo a la inversión en equipamiento e infraestructura del "Proyecto estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región sur-sureste de México: Trópico Húmedo"*. México: Gobierno Federal. México.

SAMAC. (2012). Sudáfrica. Recuperado de <http://www.samac.org.za/protected/Vol1SAMAC%20contributes%20to%20Macadamia%20Conservation%20Trust.pdf>

Santiago, A., Jardel, E., Cuevas, R. & Huerta, F. (s/f). Vegetación de bordes en un bosque mesófilo de montaña del occidente de México. Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, México.

Sevilla, E. (1999). Una definición sociológica de agroecología. *Revista Inetemas*, 5(13), 19-21.

Silva, E. & Vergara, M. (2012). Sustentabilidad en la práctica. En: Casos exitosos en la construcción de sociedades sustentables (2012). Universidad Veracruzana.

Simbiotic Sciences. Mycorrhizal fungi. Recuperado de <http://www.symbioticsciences.com/faq.html>

Somarriba, E. (1992). Revisiting the past: an easy on agroforestry definition. CATIE/GTZ agroforestry project. *Agroforestry Systems* 19: 23-240.

Sosa, A. & Mendoza, M. (1996). Posibilidades financieras de diversificación en cafetales mexicanos. *Madera y Bosques*. 2(001): 32-43.

Sutton, D. 2011. Fundamentos de Ecología. LIMUSA. México. Tapia, N. (2008). Aprendiendo el desarrollo endógeno sostenible. Construyendo la diversidad bio-cultural. Serie Cosmovisión y Ciencias/3. AGRUCO, COMPAS Latinoamérica.

Torquebiau, E. (1990). ICRAF: *Conceptos de agroforestería: una introducción*. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Trujillo, E. (2009). Silvopastoreo: árboles y ganado, una alternativa productiva. Sitio Argentino de Producción. Recuperado de www.revista-mm.com

USD. (1997). Silvopasture: An agroforestry practice. *Agroforestry Notes*. Natural Agroforestry Center. *Silvopasture* (1), 1-4.

Vázquez, L. (2013). Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba. *Agroecología*. 8(2), 33-42.

Villasante, (2014). T. Diálogos agroecológicos. Entrevista de la Universidad Veracruzana. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=II04WSBLm9w>

Villegas, C. (2005). Reconocimiento fitosanitario en cinco variedades cultivadas de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden et Betcher) en la zona cafetalera colombiana. *Manejo integrado de plagas y agroecología*, 74, 69-76.

Williams-Linera, G. (2002). Tree species richness complementarity, disturbance and fragmentation in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation*, 11, 1825-1843.

Zamora, P. & Castillo, G. (1997). *Vegetación y flora del municipio de Tlalnelhuayocan, Veracruz*. México: Universidad Veracruzana.

Zorrilla, A. Santiago (1998), *Introducción a la Metodología de la Investigación*, México, Aguilar León y Cal Editores.

Entrevistas

Entrevista personal. Nieto, Olga. 2013 Representante de la empresa "Macadamia de Veracruz SPRL". Veracruz, México.

Entrevista personal. Ortega Edeynell. 2013 Representante de la AGI de macadamia. Veracruz, México.

Entrevista personal. Fuentes, Tajin. 2013. Coordinador general de la Asociación Civil: SENDAS Veracruz, México.