



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE BIOLOGÍA

Valoración biológica y económica de la especie
arbórea *Pimenta dioica* (L.) Merr. para la
restauración de la selva de Los Tuxtlas
(Veracruz, México)

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

PRESENTA
LUZ ALIETTE HERNÁNDEZ PRIETO

DIRECTOR DE TESIS: DR. HANS MARTIN RICKER REYKANN

MEXICO, D. F.

FEBRERO, 2008



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Posgrado en Ciencias Biológicas

Instituto de Biología

Valoración biológica y económica de
la especie arbórea
Pimenta dioica (L.) Merr. para la
restauración de la selva de Los Tuxtlas
(Veracruz, México)

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

PRESENTA
LUZ ALIETTE HERNÁNDEZ PRIETO

DIRECTOR DE TESIS: DR. MARTIN HANS RICKER RAYMANN

MÉXICO D.F

FEBRERO, 2008

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
P r e s e n t e

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 26 de Noviembre de 2007, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL) con orientación en Restauración Ecológica**, de la alumna **LUZ ALIETTE HERNÁNDEZ PRIETO** con número de cuenta **504500538** con la tesis titulada "**Valoración Biológica y Económica de la Especie Arbórea *Pimenta dioica* para la Restauración de la Selva de Los Tuxtlas (Veracruz, México)**", realizada bajo la dirección del **DR. HANS MARTIN RICKER REYMANN**.

Presidente: DR. ROBERT ARTHUR BYE BOETTLER
Vocal: DR. GUILLERMO IBARRA MANRIQUEZ
Secretario: DR. HANS MARTIN RICKER REYMANN
Suplente: DR. JOSE RAUL GARCÍA BARRIOS
Suplente: DRA. LETICIA MERINO PÉREZ

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a, 8 de Febrero de 2008.

Dr. Juan Núñez Farfán
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente de la interesada.

Agradecimientos

En primera instancia quiero agradecer el apoyo institucional al Posgrado de Ciencias Biológicas de la UNAM, al Instituto de Biología y al Instituto de Ecología, a la Coordinación de la Maestría en Restauración Ecológica y en ella especialmente a la Lic. Georgina Garcia Mendez por el acompañamiento y las oportunidades brindadas durante todo el proceso para el desarrollo y buen término de mi posgrado.

A la Fundación Packard y a la Red Latinoamericana de Botánica por la financiación del proyecto y por las becas de mantenimiento y perfeccionamiento otorgadas.

A mi asesor principal, Dr. Martin Ricker, y a mi comité tutorial – Dr. Rodolfo Dirzo, Dra. Leticia Merino y Dr. Guillermo Ibarra – por la disposición, por la ampliación de mis horizontes, por la asesoría y la orientación de la investigación. Así mismo al Dr. José Saruhkán, al Dr. Victor Barradas y al Dr. Miguel Martínez Ramos por las observaciones realizadas en diferentes momentos del mismo.

A la Estación de Biología “Los Tuxtlas” por las facilidades brindadas para mi estancia en la zona de estudio. A sus funcionarios y trabajadores. A los académicos Biol. Rosamoud Coates y Dr. Alejandro Estrada por compartir conmigo su experiencia en la región y la información que constituyó el punto de partida para el entendimiento del contexto.

A la administración de la Reserva de Biósfera “Los Tuxtlas” y en ella al Biólogo Francisco Gómez por las facilidades brindadas para la consulta y utilización de las imágenes satelitales del SIG del proyecto Manejo Integrado de Ecosistemas (CONANP-PNUD).

Agradezco también a los pobladores del Ejido Laguna Escondida por su acogida, su colaboración y su aporte a la construcción del enfoque del trabajo. Especialmente a los señores Domingo y Juan Velasco y a sus familias por compartir conmigo su historia de vida y darle una mayor motivación a mi investigación.

A los señores Francisco Dávila Madrid y Ricardo Palacios por la información suministrada sobre el funcionamiento de sus sistemas de producción; y al señor Rafael Bernal por la información suministrada sobre el sistema de comercialización de pimienta en la región.

A Valentina Carrazco y Marilyn Bejarano por compartir la información sobre *Pimenta dioica* que hace parte de sus correspondientes trabajos de tesis. A Wolke Tobon del Laboratorio de Biogeoquímica Terrestre y Clima del instituto de Ecología por su colaboración con los análisis de suelo. Al Señor Antonio Azuela y al personal del Vivero “El Maduro” por las plantas de *Pimenta dioica* donadas para su siembra en la parcela experimental. A mis amigos y a los pobladores del ejido que colaboraron como asistentes de campo: Juan Pablo Castillo, Reyna Pacheco, Patricia Villegas, Braulio Gómez, Eladio Velasco, Domingo Velasco y Juan Velasco. Así como a los revisores del texto: Juan Pablo Castillo, Yolloxochitl Mancillas, Cynthia Mancillas y Andrea Santos.

Finalmente, no tengo como agradecer a mi Juan y a su familia, a mi familia, a Yolo y a su familia, a Yizzar y Zuleyja Prieto, a Daniel Romero y a mis amigas – Luz Maria, Rosalinda, Reyna, Tamara, Nelle, Socorro, Bety, Tere, Maria Luisa, la Señora Guadalupe y Doña Cata -, por todo el apoyo recibido sin el cual no hubiera podido garantizar mi bienestar financiero, físico y emocional durante esta etapa de la vida fuera de mi país, pues gracias a ellos México ha sido tan solidario y cálido como mi casa misma.

Finalmente agradezco a las comunidades rurales mexicanas que han demostrado que el Desarrollo Sustentable es un sueño posible de alcanzar. Ellas y mis maestros, Nivea Cristina Garzón y Miguel Martínez Alfaro, fueron la inspiración que motivó el inicio de esta aventura que me trajo a México buscando aprender como integrar el conocimiento científico biológico y la realidad social en las propuestas de desarrollo para el sector rural latinoamericano.

A todos GRACIAS. Termine esta etapa feliz por mi crecimiento profesional. Tengo ahora muchas preguntas resueltas y muchas nuevas por responder.

Dedico esta tesis a mi Juan, por el presente y por el futuro, porque este sea solamente el primero de muchos logros alcanzados juntos. También a mis compañeros de ruta, que han sido las personas que me han fortalecido en los momentos difíciles del camino:

A mi familia y a mis amigos.

Índice

	Página
Resumen	
Abstract	
Introducción	1
Objetivos	4
Hipótesis	5
1. Ubicación de la zona de estudio	6
La deforestación y la restauración de la selva en la Sierra de Los Tuxtlas	8
2. Causas sociales de la deforestación del ejido Laguna Escondida	
Introducción	12
Métodos	13
Resultados	
Historia de la transformación del uso del suelo	15
Censo y estratificación social del poblado Laguna Escondida (2004)	18
Tenencia de la tierra en el ejido (2004)	21
Mecanismos de sustento y generación de ingresos	24
Discusión	29
Aspectos sociales a incorporar en la estrategia de restauración propuesta para las áreas degradadas del ejido Laguna Escondida	31
3. Evaluación del disturbio causado por la ganadería en el ejido Laguna Escondida	
Introducción	32
Métodos	34

Resultados

Descripción de la actividad ganadera practicada en el ejido Laguna Escondida	35
Caracterización de una parcela promedio dedicada a la ganadería en el ejido Laguna Escondida	41
Costos de insumos y fuerza de trabajo de la actividad ganadera promedio	42
Discusión	43

4. **Análisis biológico de la propuesta de restauración con linderos de uso comercial, empleando la especie arbórea *Pimenta dioica* (L.) Merr**

Introducción	46
Métodos	
Caracterización biológica de <i>Pimenta dioica</i>	49
Modelación del crecimiento	50
Evaluación del efecto de la calidad del sitio en la variación morfológica de los individuos	51
Evaluación de la incidencia de <i>P. dioica</i> en el cambio de las condiciones ambientales bajo su copa	53
Establecimiento de la parcela demostrativa	54
Resultados	
Modelación del crecimiento	56
Modelación del rendimiento de cosecha de Pimenta	60
Evaluación del efecto de la calidad del sitio en la variación morfológica de los individuos	63
Evaluación de la incidencia de <i>P. dioica</i> en el cambio de las condiciones ambientales bajo su copa	67
Sobrevivencia de <i>P. dioica</i> en las siembras en condiciones de potrero	71
Discusión	
Las condiciones bajo la copa de <i>P. dioica</i> y el establecimiento de linderos de uso comercial	73
Las variaciones morfológicas y el aprovechamiento de <i>P. dioica</i>	76

5. Análisis económico de la propuesta de restauración con linderos de uso comercial, empleando la especie arbórea *Pimenta dioica* (L.) Merr

Introducción	.....	80
Métodos	.....
Valoración económica	.....	82
Viabilidad de la propuesta de establecimiento de linderos de uso comercial, empleando <i>P. dioica</i> , en los potreros de Laguna Escondida	.....	85
Resultados		
Análisis del sistema de aprovechamiento de la producción de frutos de <i>Pimenta dioica</i> en el ejido Laguna Escondida.	.....	86
Escenario hipotético para la evaluación de la competitividad del sistema de linderos de uso comercial, empleando <i>P. dioica</i> , frente al sistema de ganadería promedio practicado en Laguna Escondida	.....	90
VPN de los dos sistemas de producción	.....	92
Potencial y viabilidad de la propuesta de establecimiento de linderos de uso comercial, empleando <i>P. dioica</i> , en los potreros de Laguna Escondida	.....	93
Discusión	.....	96
Bibliografía	.....	104
A3. Anexo 1. Cuestionarios de entrevista		112
A2. Anexo 2. Tablas	.....	116
A3. Anexo 3. Descripción taxonómica de la especie arbórea <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	.....	149

Índice de tablas

Tabla 2.1. Censo del poblado Laguna Escondida (2004). Conformación de la unidad familiar, estructura de edades, escolaridad y migración.	116
Tabla 2.2. Padrón de ejidatarios de Laguna Escondida por generación. Aporte de los ejidatarios a la migración y permanencia de la población en el ejido.	118
Tabla 2.3. Padrón de avecindados de Laguna Escondida por generación.	119
Tabla 2.4. Distribución de la tierra productiva por ejidatario (2004).	120
Tabla 2.5. Proceso de establecimiento de las parcelas productivas.	121
Tabla 2.6. Caracterización de los mecanismos de generación de ingresos de los pobladores de Laguna Escondida.	122
Tabla 3.1. Caracterización del sistema de producción de ganado en el ejido Laguna Escondida.	123
Tabla 3.2. Evaluación del rendimiento económico de una vaca de doble propósito, mantenida en una hectárea de potrero, con la fuerza de trabajo de una persona, durante un año de producción, de acuerdo al sistema de producción promedio practicado en Laguna Escondida.	126
Tabla 3.3. Comparación del rendimiento del sistema de producción de ganado de Laguna Escondida con sistemas similares en Campeche y Catemaco.	42
Tabla 4.1. Datos reportados por Anguiano-Martínez (2002) para el incremento anual del DAP de los individuos de Pimenta dioica encontrados en el ejido Laguna Escondida y sus alrededores.	127
Tabla 4.2. Incremento anual del DAP de los individuos de Pimenta dioica encontrados fuera de la selva en el ejido Laguna Escondida y sus alrededores. Individuos censados en 2005, de edad conocida.	128
Tabla 4.3. Crecimiento promedio y rendimiento de cosecha proyectados para los individuos de Pimenta dioica que crecen en las áreas fuera de la selva en Laguna Escondida y sus alrededores, y la	129

relación alométrica entre diámetro y rendimiento de cosecha.

Tabla 4.4. Censo de los individuos de <i>P. dioica</i> de Laguna Escondida y sus alrededores (2005).	133
Tabla 4.5. Sitios de muestreo para la evaluación del efecto de la calidad del sitio en la variación morfológica de los individuos de <i>Pimenta dioica</i> en el ejido Laguna Escondida y sus alrededores.	52
Tabla 4.6. Rendimiento de cosecha de <i>P. dioica</i> de Laguna Escondida y sus alrededores (2005).	135
4.7. Mediciones de humedad y temperatura de la superficie del suelo para la evaluación de la incidencia de <i>P. dioica</i> en el cambio de las condiciones ambientales bajo su copa (2005).	137
Tabla 4.8. Medición de la humedad relativa del suelo para la evaluación de la incidencia de <i>P. dioica</i> en el cambio de las condiciones ambientales bajo su copa (2005).	138
Tabla 4.9. Costos del establecimiento de una parcela demostrativa del sistema de establecimiento de linderos de uso comercial, empelando la especie arbórea <i>P. dioica</i> (2005).	139
Tabla 4.10. Supervivencia de las plantas de <i>P. dioica</i> en la parcela demostrativa.	140
Tabla 5.1. Valor comercial presente (VPN) de una hectárea sembrada con 277 árboles de <i>P. dioica</i> , a lo largo de 1,666 m de los linderos de una parcela promedio de ganadería, del ejido Laguna Escondida (2005).	143
Tabla 5.2. Valor comercial presente (VPN) de una hectárea de ganadería en la que se mantiene una vaca de doble propósito, siguiendo el sistema de producción promedio de Laguna Escondida (2005).	145
Tabla 5.3. Potencial de producción de <i>P. dioica</i> en los linderos de las parcelas de Laguna Escondida, siguiendo las especificaciones técnicas de la propuesta de linderos de uso comercial.	148
Tabla 5.4. Comparación de los VPN de los sistemas de establecimiento de una hectárea del sistema de linderos de <i>P. dioica</i> propuesto para la restauración de los potreros, y actividad ganadera promedio practicada en una hectárea de potrero, en Laguna Escondida.	102

Resumen

La Sierra de Los Tuxtlas (Veracruz) es un Área Natural Protegida clasificada en la categoría de Reserva de Biosfera, se encuentra en el límite norte de la selva tropical del continente americano y posee una gran diversidad de hábitats en un área muy reducida. Durante los últimos 50 años ha estado sometida a un acelerado proceso de deforestación, causado por el proceso de colonización de sus tierras y por la implementación de la ganadería extensiva como principal medio de producción. Actualmente, la actividad ganadera ocupa un 74% de la superficie de la región y es la principal causa de la disminución de la biodiversidad, así como del deterioro de los servicios ambientales y del aislamiento de los fragmentos remanentes de selva. Por este motivo un reto importante al que se enfrentan las iniciativas de restauración en la región es la incorporación de las demandas socio-económicas de la población ganadera en las alternativas de manejo propuestas para el área natural protegida.

Ante esta necesidad, en el ejido Laguna Escondida, ubicado en los predios vecinos a la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas” se llevó a cabo un diagnóstico socio-económico que permitió caracterizar la actividad ganadera que se practica en la región e identificar que la concentración de la tierra, la falta de oportunidades de producción, el bajo nivel de ingreso familiar y la falta de diversificación de los sistemas de producción existentes en el ejido, entre otros, son los factores sociales que más influyen en el deterioro ambiental de Laguna Escondida. Todos estos factores están relacionados directamente con la necesidad de generación de mayores ingresos a nivel de las unidades familiares del poblado.

A partir de estos resultados, se propuso y analizó una estrategia de restauración basada en un sistema de producción agroforestal que consiste en el establecimiento de linderos de uso comercial, empleando la especie arbórea *Pimenta dioica* (L.) Merr. (“pimienta gorda”). Para la selección de la especie se tuvo en cuenta su potencial económico, la aceptación cultural que tiene entre los ejidatarios de la región, y el potencial biológico que presenta como especie facilitadora del proceso de restauración en las áreas de potrero. Estos criterios se determinaron a partir de la documentación y del trabajo en campo.

Para valorar la viabilidad de la propuesta se evaluó el aporte de la especie al mejoramiento de las condiciones ambientales que limitan el proceso de sucesión en los potreros comparando las variables de densidad aparente, humedad, temperatura y materia orgánica del suelo bajo la copa de las pimientos remanentes en los potreros y en las áreas expuestas adyacentes. Con base en estos datos se determinó que la presencia de *P. dioica* en los potreros modifica las condiciones ambientales bajo su copa, mejorando la temperatura del ambiente y las condiciones de compactación, humedad y materia orgánica del suelo. Por otra parte, se estableció una parcela demostrativa del sistema propuesto en uno de los potreros del ejido. En ella se sembraron 120 plantas de *P. dioica* de un año de edad, para las que se observó una sobrevivencia del 58%, un año después de haber llevado a cabo la siembra en el potrero. Adicionalmente se midieron y compararon el crecimiento del tronco y las cosechas de los frutos de los árboles adultos de la especie en dos sistemas de producción (extracción dentro de la selva y cosecha fuera de la selva, en potreros y plantaciones), encontrando que los individuos de *P. dioica* que se encuentran en condiciones de potrero crecen tres veces más rápido que los individuos de selva. Con base en estos datos se llevó a cabo la proyección de crecimiento y rendimiento de cosecha de los individuos sembrados en los linderos.

Para calcular el valor comercial esperado (valor presente neto) del sistema de restauración propuesto, se evaluaron los costos y beneficios de la actividad ganadera promedio practicada en el ejido, así como los costos y beneficios de un escenario hipotético que caracteriza la propuesta del establecimiento de linderos, empleando *P. dioica*. Para esto, se tuvieron en cuenta las características del sistema de comercialización de pimienta en la zona, y los datos biológicos de la parcela demostrativa, y la proyección de crecimiento y rendimiento de cosecha obtenida para la especie. El valor comercial calculado para el sistema propuesto resultó marginalmente positivo y no competitivo con la actividad ganadera, por lo que se deben buscar alternativas para alcanzar un mejor precio para éste producto u obtener valor agregado; así como para valorar el efecto positivo de la recuperación de algunos de los atributos del ecosistema en las áreas de potrero, como por ejemplo: la reconversión de los potreros en superficies arboladas, la detención del proceso de erosión del suelo, el mejoramiento de las condiciones ambientales de los potreros, y el mejoramiento de la disponibilidad de especies y de sus posibilidades de propagación y desempeño en los pastizales.

Abstract

The Tuxtlas region in Veracruz is a Natural Protected Area classified in the category of Biosphere Reserve and is situated in the north limit of the American continent tropical rainforest and possesses a great plant and animal diversity in a very reduced area. This region during the last 50 years has been submitted to an accelerated deforestation process as a result of colonization process and the extensive cattle activity as the main production mean. Actually 74% of the region is occupied by livestock activity and it's the main cause of loss of biodiversity, deterioration of environmental services and isolation of the rain forest patches remnants. For this reason an important challenge faced by the restoration initiatives in the region is the incorporation of the social-economical demands of the cattle dealers' population in the proposed alternatives to protect the natural area.

For these reason in the ejido Laguna Escondida located near of the Estacion de Biologia Tropical "Los Tuxtlas" a social-economical diagnostic was conduced, to allow the characterization of the livestock activity practiced in the region and identify those factors that influence in the environment damage in Laguna Escondida as: the land concentration, the absence of production opportunities, the low familiar incomes and the absence of the diversification of the existent production systems, between others; all of them related mainly with the increase of economical demand by local population.

According these results in the present study an agroforestry system of production is proposed and analyzed; such system consisted in the establishment of commercial fences with the employ of the plant species *Pimenta dioica* (L.) Merr. ("all spice"). Selection of this species was according their economical value, cultural acceptance and biological potential of *Pimenta dioica* (L.) Merr. as a facilitative species in the restoration process of the cattle ranch areas, from documentation and field interviews.

To evaluate the viability of this proposal, the species contribution to enhance environmental conditions that limit the succession process in the cattle ranches was evaluated, comparing the variables of humidity, temperature and organic matter in the soil under the canopy of remnant *Pimenta dioica* (L.) Merr trees in the cattle ranch and in

exposure conditions; and according to these data the presence of *Pimenta dioica* in the cattle ranch modify the environmental conditions under their canopy, improving temperature and environment humidity and soil conditions as compaction, humidity and organic matter content.

In other hand, a demonstrative parcel from the proposal model was established in one of the ejido's cattle ranch, where 120 one year old *P. dioica* saplings were sown, and after 12 months, a 58% of survival was observed. Additionally stem growing and the fruit yield were compared among the two production systems (rain forest and managed areas), the results show that in managed areas trees growth three times more than in the rain forest, but these differences in growth doesn't affect the fruit yield. According to these data the yield and growing projection of the plants sown in the live fences was realized.

To calculate the commercial expected value (net present value) of the restoration system proposed, the cost-benefits of the cattle activity and the trading systems of the allspice practiced in the region were evaluated, using the biology data obtained from the demonstrative live fences and the yield and growing projection. The commercial value was marginally positive and non competitive against cattle activity, for these reason must be investigated the possibility of getting a better price for the yield and obtain an aggregated value by means of oil extraction; and to value the positive effects of the recuperation of some attributes of the rain forest ecosystem, as the cattle ranch transformation in woodland surfaces, stop soil erosion process, enhancement of cattle ranch environmental conditions and the improvement of species availability and its propagation possibilities and performance in pasture lands.

Introducción

La Sierra de Los Tuxtlas (Veracruz) es un Área Natural Protegida clasificada en la categoría de Reserva de la Biosfera. Su riqueza biológica obedece a que posee una gran diversidad de hábitats en un área reducida y a que se encuentra en el límite norte de la selva tropical del continente americano; gracias a ésto es uno de los pocos lugares en el mundo donde convergen especies de afinidad neártica y neotropical (Dirzo and Garcia, 1992). Sin embargo, durante los últimos 50 años, la selva de Los Tuxtlas ha estado sometida a un acelerado proceso de deforestación, inducido por políticas públicas que han dado origen a la colonización de sus tierras y a la aceptación que tiene entre los pobladores locales la ganadería extensiva como principal medio de producción (Paré, 1995).

Actualmente el desarrollo de la actividad ganadera ocupa un 74% de la superficie de la región (Guevara et al., 2004), lo que quiere decir que el 74% de la selva original de la Sierra ha sido transformada en potreros. Este proceso de cambio de uso del suelo ha causado a nivel local pérdida de la vegetación, inhibición de los procesos de sucesión y aumento de la erosión (Bocco and Garcia, 1992; Holl et al., 2000), a nivel del paisaje ha sido la principal causa de la disminución de la biodiversidad, del deterioro de los servicios ambientales y del aislamiento de los fragmentos remanentes de selva (Barrera-Bassols, 1995).

En cuanto a los impactos socio-económicos, históricamente la ganadería ha sido el mecanismo a través del cual se ha reproducido la desigualdad social que dio origen al patrón disímil de reparto de la tierra en la región. Esta desigualdad ha traído como consecuencia el que solamente un pequeño sector de los productores haya tenido facilidades de acceso a la tierra, al crédito y a la inversión en tecnología (Brun et al., 2006).

En la actualidad los resultados de la desigualdad se pueden observar en los fuertes contrastes del sistema de producción de ganado de ejidatarios y ganaderos. En esta

investigación se definen como “ganaderos” los propietarios de hatos tecnificados y los dueños de grandes terrenos (≥ 100 hectáreas) -sean ejidatarios o dueños de propiedades privadas- y se definen como “ejidatarios” los campesinos que hacen parte de un ejido y son dueños de parcelas pequeñas y medianas (≤ 50 hectáreas), este último sector constituye la población objetivo del presente estudio.

En el sistema de producción de los ejidatarios el rendimiento obtenido en leche y carne es hasta cinco veces menor que el obtenido en el sistema de los ganaderos (Rangel-Carrillo, 2004). Este bajo rendimiento en la producción tiene fuertes repercusiones en el nivel de ingresos de las familias. De tal manera que la economía doméstica de los ejidatarios se complementa con ingresos adicionales provenientes de prácticas extractivas desmedidas, del uso intensivo de las parcelas, y de la apertura de nuevas tierras para la producción (Durand and Lazos, 2004). En consecuencia el deterioro ambiental de la selva de Los Tuxtlas continua y el empobrecimiento de sus campesinos también.

Por este motivo hacen falta en la región alternativas de uso del suelo económicamente competitivas con la actividad ganadera que practican los ejidatarios (Paré, 1995). Estas alternativas deben estar diseñadas para:

- 1) Revertir las tendencias de deterioro de la selva.
- 2) Disminuir la presión de uso de los recursos del bosque.
- 3) Incentivar un manejo más adecuado de los recursos agrícolas y forestales.
- 4) Mejorar los ingresos de las familias campesinas.
- 5) Incentivar la participación de los pobladores locales en las iniciativas de conservación y restauración del área natural protegida que habitan.

Como respuesta a esta necesidad el presente trabajo evalúa el potencial biológico y económico del aprovechamiento de pimienta (*Pimenta dioica*) en la región de Los Tuxtlas para el establecimiento de linderos de uso comercial en los alrededores de los potreros que actualmente los ejidatarios destinan a la producción de ganado. Para esta evaluación, la investigación toma como caso de estudio el sistema de aprovechamiento de pimienta de los pobladores del ejido Laguna Escondida. Con base en los resultados obtenidos el trabajo propone una alternativa de producción agroforestal económicamente

competitiva que diversifica el uso del suelo y constituye un primer paso en el proceso de rehabilitación de las áreas degradadas de la región.

Desde el punto de vista de la restauración ecológica, el alcance de la propuesta del establecimiento de linderos de uso comercial se limita a crear un sistema que maneja algunos de los atributos del ecosistema original que se han perdido a causa del disturbio – estructura del suelo y microambiente bajo la copa- (Kotar, 1997). Solamente en el caso hipotético de que se diera en la región el abandono de los potreros, la propuesta podría incidir en el reestablecimiento del ecosistema de selva en el área de estudio.

La implementación de linderos de uso comercial en los potreros de Los Tuxtlas podría, desde el punto de vista socio-económico, motivar la intensificación de la actividad ganadera de los ejidatarios y el desarrollo de estrategias para el aprovechamiento de los recursos naturales, ambientalmente más sanas y económicamente más rentables. Demostrar el éxito de este tipo de estrategias en la región y lograr su apropiación por parte de los pobladores locales podría favorecer la disminución del disturbio causado por la actividad ganadera de pequeña escala, el mejoramiento de las condiciones de erosión del suelo, y el mejoramiento de las condiciones que inhiben el proceso de sucesión secundaria en los potreros y no permiten la recuperación de la cobertura vegetal de los sitios ni la posible regeneración de la selva (Guevara et al., 2004).

Objetivos

Objetivo General

Analizar un sistema de producción agroforestal de linderos de uso comercial empleando la especie *Pimenta dioica* (L.) Merr. para la recuperación de atributos del ecosistema perdidos como consecuencia de la actividad ganadera practicada en la Sierra de Los Tuxtlas.

Objetivos Específicos

- ❖ Caracterizar las formas de producción que se emplean actualmente en Laguna Escondida y ponderar la importancia de la ganadería en el ejido.
- ❖ Evaluar el potencial biológico de *Pimenta dioica* como especie apta para el establecimiento de linderos de uso comercial en los potreros del ejido Laguna Escondida.
- ❖ Analizar el sistema de producción actual de *Pimenta dioica* en el ejido de Laguna Escondida.
- ❖ Analizar la rentabilidad y competitividad del aprovechamiento de *Pimenta dioica* en el sistema de linderos de uso comercial.

Hipótesis

H₁: La especie *Pimenta dioica* presenta respuestas de sobrevivencia, crecimiento y producción de frutos que favorecen la modificación de las condiciones ambientales bajo su copa, en condiciones de potrero.

H₂: El establecimiento de una hectárea sembrada con *Pimenta dioica*, usando el sistema de linderos de uso comercial, presenta un valor comercial positivo y competitivo con el valor comercial de la actividad ganadera que se desarrolla en esa misma área.

Capítulo 1:

Ubicación de la zona de estudio

El ejido Laguna Escondida constituye la zona de estudio del presente trabajo. Se encuentra ubicado geográficamente en el Golfo de México, al sureste del estado de Veracruz y al noreste de la Sierra de Los Tuxtlas (Figura 1.1). Esta Sierra es un Área Natural Protegida (ANP), clasificada en la categoría de Reserva de la Biosfera; se destaca por ubicarse en el límite norte de la selva tropical del continente americano, por ser lugar de convergencia de especies de afinidad neártica y neotropical; y por presentar en un área pequeña una gran diversidad de condiciones ambientales que favorecen la diversificación de especies, hábitats y paisajes (Dirzo and Garcia, 1992; González-Soriano et al., 1997).

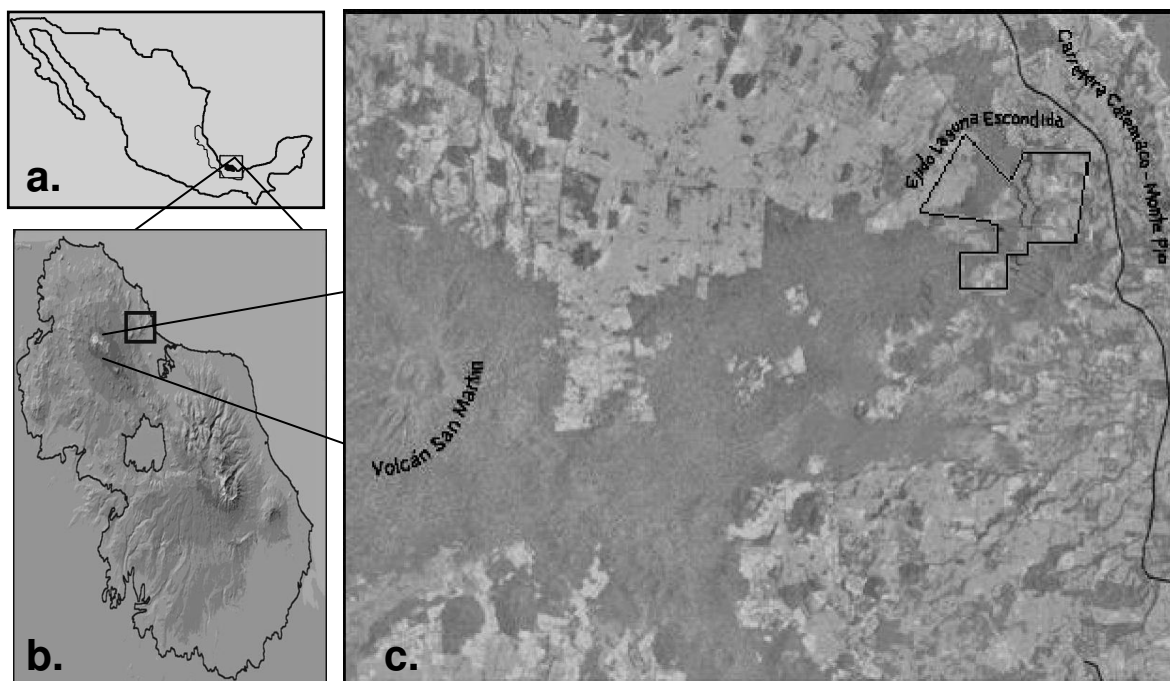


Figura 1.1. a. Ubicación de la Sierra de Los Tuxtlas en el Golfo de México, estado de Veracruz. b. Delimitación de la Reserva de la Biosfera “ Los Tuxtlas” y ubicación de la zona de estudio al noreste de la Sierra, en cercanías del Volcán San Martín. c. Ubicación del ejido Laguna Escondida con respecto al Volcán San Martín y a la carretera Catemaco – Montepío.

Tres microregiones geográficas componen la Sierra de Los Tuxtlas: el Volcán de San Martín Tuxtla, la Sierra de Santa Marta y el Lago de Catemaco, cada una de ellas con sus propias características geográficas, biológicas y socio-económicas. El ejido Laguna Escondida se encuentra en la microregión del Volcán de San Martín. Esta microregión es de origen volcánico, presenta volcanes altos (1680 m.s.n.m.), cerros de baja altura, y conos volcánicos de formación reciente (de finales del terciario). Se caracteriza por la presencia de andosoles, que son suelos nuevos, de origen volcánico, con alta capacidad de retención de agua, alto contenido de materia orgánica y alto porcentaje de microporosidad (SEDUVER, 1993; González-Soriano et al., 1997).

La hidrología de la microregión se caracteriza por la presencia de varias microcuencas pequeñas que desaguan directamente en el Golfo de México y por la presencia de sistemas lacustres como la Laguna Escondida y la Laguna Azul que hacen parte de la zona de estudio. La precipitación en la microregión alcanza los 4500 mm anuales en las zonas más elevadas y expuestas de la vertiente noreste, pero el ejido Laguna Escondida se encuentra en las pendientes montañosas con exposición norte, noreste y Este que presentan un promedio de 2500 a 3500 mm anuales (SEDUVER, 1993; González-Soriano et al., 1997). El clima en la microregión varía de cálido a templado debido a las diferencias altitudinales y al relieve accidentado que presenta. En Laguna Escondida la temperatura promedio es de 24°C. El régimen de lluvias de la región se caracteriza por la presencia de una estación seca de marzo a mayo y una estación de lluvias de junio a febrero (SEDUVER, 1993; INE, 1997; SEMARNAP et al., 1997; Guevara et. al., 2004;).

Políticamente Laguna Escondida forma parte del municipio de San Andrés Tuxtla. Este municipio, junto con los municipios de Santiago Tuxtla y Catemaco constituyen la subregión del Volcán San Martín Tuxtla de La Reserva de la Biosfera “Los Tuxtlas” que protege 155,122 hectáreas de selva (CONANP, 2004).

Dentro de la Reserva de la Biosfera, el ejido Laguna Escondida se encuentra ubicado en una de las tres regiones que presentan el ecosistema de selva original con mejor grado de conservación de la Sierra, por lo cual dentro del sistema de zonificación de la Reserva son determinadas como Zonas Núcleo. Esto implica para los pobladores varias restricciones en cuanto a las posibilidades de uso y manejo de los recursos naturales. Según la Ley

General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en las Zonas Núcleo de las Reservas de la Biosfera solamente son permitidas las actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación científica y educación ambiental; y se prohíben actividades de aprovechamiento que alteren los ecosistemas (Brañez, 2000; Reserva de Biosfera “Los Tuxtlas”, 2003).

Además el ejido Laguna Escondida es vecino de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, de propiedad de la UNAM, la cual tiene como propósito la protección de un área representativa de la selva húmeda tropical para la generación de conocimientos detallados sobre este ecosistema (Lot-Helgueras, 1976).

De aquí se deriva la importancia de dirigir esfuerzos hacia la proposición de alternativas sustentables de producción y manejo de los recursos naturales para los pobladores de Laguna Escondida. Contar con su participación en las iniciativas de conservación y restauración propuestas para la subregión es indispensable para garantizar la protección del área correspondiente a la Estación de Biología de la UNAM, y para detener el deterioro ambiental y disminuir la presión sobre los recursos naturales en el área que le corresponde al ejido en la Zona Núcleo de la Reserva de la Biosfera.

La deforestación y la restauración de la selva en la Sierra de Los Tuxtlas

Dirzo (1991) estima que en 1940 la Sierra de Los Tuxtlas tenía alrededor de 250,000 hectáreas de selva, las cuales entre 1960 y 1980 se redujeron a 40,000 hectáreas (alrededor del 16% de la superficie original), como consecuencia de los procesos de colonización y transformación del uso del suelo con fines agrícolas y ganaderos (Guevara et al., 2004).

Para 1986 se estimaba que la tendencia de la tasa de deforestación en la región representaba cada año la pérdida del 4.3% de la selva remanente, porcentaje que según Ramírez (1993) correspondía alrededor de 2,000 hectáreas deforestadas al año. Con base en estos datos se calculaba que para el año 2,000 solamente persistiría en la región

el 8.7% de la selva original en forma de archipiélagos y pequeños fragmentos de vegetación (Figura 1.2) (Dirzo and Garcia, 1992; Mendoza et al., 2005).



Figura 1.2. Deforestación en la Zona Norte de la Sierra de Los Tuxtlas. Tomado de Dirzo and García (1992) y de Mendoza et al. (2005).

El proceso de deforestación deteriora los servicios ambientales por la perturbación del hábitat y aísla los fragmentos de selva entre sí. A nivel local se traduce en la eliminación o reducción de la cobertura vegetal y en el aumento de la erosión del suelo. A escala regional impacta el balance hidrológico, aumenta la escorrentía, y da lugar a inundaciones y asolves de presas y estuarios (Bocco and García, 1992); pero sobre todo se traduce en la pérdida de hábitat para las especies de flora y fauna con requerimientos específicos para cumplir sus ciclos de vida, reduce el área de distribución de las especies, modifica el tamaño de las poblaciones y aumenta la tasa de extinción local. Por lo tanto afecta la dispersión de frutos y semillas y los procesos de migración de los que depende el funcionamiento y la autorregulación de los ecosistemas (Saunders et al., 1991).

Como consecuencia del proceso de deforestación en Los Tuxtlas, en la actualidad el paisaje de la Sierra está compuesto por los siguientes elementos: selvas en grandes fragmentos ubicadas en las Zonas Núcleo de la Reserva de la Biosfera, bosques de galería, cercas vivas, árboles aislados, acahuales, potreros y cultivos (Forman and Godron, 1986; Guevara et al., 2004).

De estos elementos del paisaje los potreros de ganadería ocupan hoy día el 74% de la superficie que correspondía a la selva original de la Sierra (160,507 hectáreas) y representan alrededor del 71% de los terrenos de dotación del ejido Laguna Escondida (INEGI, 2000; Guevara et al., 2004).

La magnitud del área ocupada por la actividad ganadera en la región obedece a que durante el período de colonización (1960-1970) el gobierno federal estimuló el desarrollo de la ganadería ejidal a través de diversos programas (Paré, 1995) y desde entonces la producción de ganado de Los Tuxtlas contribuye a que el estado de Veracruz sea uno de los mayores productores de ganado del país (Barrera-Bassols, 1995).

Biológicamente el establecimiento de los potreros de ganadería en la región constituye una barrera importante para las iniciativas de restauración. La dinámica de la vegetación en estos agroecosistemas está regulada por el mecanismo de inhibición que no permite el reemplazo de especies en las áreas de pastura (Connell and Slatyer, 1977). Este mecanismo se caracteriza por la alteración de los atributos fundamentales de la comunidad vegetal que determinan que la sucesión secundaria se lleve a cabo: la calidad del sitio, la disponibilidad de especies y las posibilidades de propagación y desempeño de las mismas en las condiciones que ofrece el lugar (Pickett and McDonnell, 1989).

Al respecto Holl et al. (2000) y Aide (2000) identifican los siguientes elementos como los principales obstáculos para la regeneración de la selva en las áreas de potrero:

- Condiciones extremas de la calidad del sitio -falta de nutrientes del suelo y alta intensidad de luz-.
- Falta de dispersión de semillas desde los fragmentos hacia las pasturas.
- Altas tasas de predación de las semillas.
- Condiciones microclimáticas y edáficas adversas para la germinación.
- Competencia de las plántulas con los pastos –especialmente con las especies exóticas-.
- Altas tasas de herbivoría de las plántulas.

Ante este panorama, la restauración de la selva en la Sierra de Los Tuxtlas depende del mantenimiento y aumento de la cobertura vegetal en la matriz para garantizar mejores condiciones en la calidad de sitio, la disponibilidad de propágulos, y el contar con un acervo de especies que represente un amplio rango de desempeño con el cual poder dar respuesta a la diversidad de las condiciones ambientales de cada sitio a regenerar. El manejo de la cobertura vegetal debe incluir bosques de galería, fragmentos de selva,

acahuales, cercas vivas y árboles aislados, entre otros. Su conservación, manejo y reforestación representan una alternativa muy viable para la restauración de este ecosistema, la cual es más fácil técnica y económicamente a partir de la vegetación existente que a partir del suelo desnudo.

Sin embargo, la barrera biológica no es la única a la que se enfrentan las iniciativas de restauración en la región. El proceso de deforestación de la selva de Los Tuxtlas y el establecimiento de los potreros de ganadería son el resultado de un proceso social y económico aún vigente, que responde a la demanda por tierras y al incremento de la demanda económica por parte de la población (Paré, 1995). Por este motivo, un reto importante al que se enfrentan las iniciativas de restauración de la selva en Los Tuxtlas es incorporar las demandas socio-económicas a las alternativas de manejo propuestas, dando respuesta al desafío de incrementar el rendimiento económico de los sistemas de producción practicados a nivel local, en armonía con el manejo ambiental y la recuperación de la selva.

El enfoque agroecológico de estas alternativas facilitaría el logro de una respuesta integral a la problemática ambiental de Los Tuxtlas, pues permite el estudio de los procesos biológicos y de las relaciones socio-económicas, buscando la optimización de la totalidad del agroecosistema y la sustentabilidad del manejo de los recursos (Altiere and Nicholls, 2000).

La incorporación de este enfoque en las iniciativas propuestas permitiría construir junto con la población local un escenario futuro en el cual el paisaje de la sierra podría estar conformado por un conjunto de fragmentos de selva, acahuales, campos de cultivo, policultivos, arreglos agroforestales, arreglos silvopastoriles y aún potreros - pero en menor magnitud -, todos ellos integrados gracias a la conectividad facilitada por la selva de galería, las cercas vivas, los árboles aislados y las plantaciones que incrementan la disponibilidad de especies y su acceso a los diferentes sitios. En un paisaje así es posible lograr simultáneamente la conservación - y en cierta medida la recuperación - de la biodiversidad existente y un mayor rendimiento de las actividades agropecuarias; de tal manera que se de respuesta a los aspectos ambientales y socio-económicos que determinan la problemática ambiental de la Sierra de Los Tuxtlas (Guevara et al., 2004).

Capítulo 2:

Causas sociales de la deforestación del ejido Laguna Escondida

Introducción

Las iniciativas de restauración ecológica se enfrentan a diversos factores sociales que inciden en el logro de sus objetivos. En términos generales estos incluyen: la distribución de las tierras productivas, los marcados niveles de pobreza, el crecimiento poblacional, la apertura de nuevas tierras para el desarrollo, la demanda de mayores ingresos familiares, la búsqueda del beneficio económico inmediato, las actitudes culturales hacia el bosque, los patrones de migración, las decisiones políticas y las tendencias del mercado nacional e internacional, entre otros (Schmink, 1995).

Todos estos factores están relacionados con la problemática de la producción del agro y constituyen la principal causa de la deforestación en el contexto rural latinoamericano. Este hecho pone a prueba la capacidad del restaurador para integrar los subsistemas biofísico, técnico y socio-económico en las alternativas propuestas (Schmink, 1995; Altieri and Nicholls, 2000).

En el caso de Los Tuxtlas los factores sociales con mayor incidencia en el éxito de las iniciativas de restauración están relacionados con el sistema de reparto de la tierra y con la distribución desigual de la riqueza en la región. Estos dos aspectos tuvieron su origen en la aplicación inadecuada de las políticas internacionales agropecuarias de la década de 1960 a 1970 en los trópicos, y en las políticas de reparto agrario nacional implementadas en el país entre 1930 y 1970. En la actualidad los resultados de estas medidas se observan en la degradación de los recursos naturales de la región, en la adopción de la actividad ganadera como principal medio de producción, en la implementación de la propiedad individual en los terrenos ejidales y en la pérdida del control social de las comunidades sobre el uso del suelo (Paré, 1995).

Por este motivo en la Sierra de Los Tuxtlas el proceso de restauración no debe abordarse solamente como un proceso ecológico sino también como un proceso social que tenga en cuenta análisis de las características particulares del contexto socio-económico a nivel local. Este nivel de análisis garantiza que las propuestas de restauración sean acordes a la realidad social y económica del lugar a restaurar, contribuye a una mejor aceptación y participación de los pobladores y facilita el logro de los objetivos (GEF et al., 2000).

En consecuencia, a continuación se presenta el análisis del contexto socio-económico del ejido Laguna Escondida y la identificación de los aspectos sociales a tener en cuenta en la estrategia de restauración propuesta como parte del presente estudio.

Métodos

Para la elaboración de los diagnósticos socio-económicos empleados para la evaluación de las causas de la deforestación a nivel local Schmink (1995) recomienda el análisis de un conjunto de variables que determinan la dinámica social de las comunidades. Teniendo en cuenta su propuesta, en el presente estudio se evaluaron las siguientes:

- La historia de poblamiento.
- La conformación de las unidades familiares, su estructura de edades, nivel de escolaridad y migración.
- La distribución de las tierras productivas.
- La distribución del patrimonio entre las diferentes generaciones.
- La caracterización de los mecanismos de sustento y generación de ingresos.

El estudio de estas variables permitió analizar el sistema de estratificación social del ejido e identificar las oportunidades de viabilidad y aceptación de la propuesta de restauración del presente trabajo.

Para el análisis de la historia de poblamiento se consultó el archivo de la Dirección General de Patrimonio UNAM y con base en los resultados se documentó la creación del ejido. Esta información se complementó con los datos recopilados a partir de una

entrevista no estructurada llevada a cabo en julio de 2004 con el comisariado ejidal, Domingo Velasco.

La evaluación de la conformación de las unidades familiares, su estructura de edades, nivel de escolaridad y migración se llevó a cabo a partir de un censo desarrollado durante los meses de junio y julio del 2004. Este censo incluye la información correspondiente al 100% de la población del ejido (N= 22 unidades familiares). La información se obtuvo a partir de entrevistas semi-estructuradas dirigidas a los jefes de familia de cada una de las unidades familiares siguiendo el cuestionario de entrevista 1 (Anexo 1). Para cada unidad familiar se evaluó el derecho de propiedad de la tierra con el que cuenta, el número de personas que la integran, la generación de pobladores a la que pertenecen, el número total de hijos de cada una, el número de hijos adultos que conformaron su familia en la comunidad y permanecen en el poblado, el número de migrantes (temporales y permanentes), el número de personas que habitan en el poblado (niños y adultos) y el número de personas que dependen de los medios de sustento y generación de ingresos de cada unidad familiar (Tabla 2.1). Con base en esta información se llevó a cabo el análisis del aporte de ejidatarios y avecindados de las distintas generaciones a la migración y permanencia de la población en Laguna Escondida (Tablas 2.2 y 2.3), la evaluación de la fuerza de trabajo disponible para el desarrollo de las actividades de sustento y generación de ingresos, y el análisis de estratificación social del ejido.

Para la evaluación de la distribución de las tierras productivas y la evaluación de la distribución del patrimonio entre las diferentes generaciones se llevó a cabo una consulta de la carpeta básica del ejido, especialmente del mapa interno de parcelación del Registro Agrario Nacional (INEGI, 2000), la información obtenida se complementó con los datos de la entrevista llevada a cabo con el comisariado ejidal (Tabla 2.4). Con base en estos datos se llevó a cabo la identificación de los ejidatarios que conforman el ejido, la generación a la que pertenecen y el número de parcelas y la cantidad de hectáreas que posee cada uno. Con base en esta información se evaluó el patrón de la tenencia de la tierra en el ejido y los cambios en la distribución de la tierra entre los años 2003 y 2004; así como la distribución del patrimonio entre las distintas generaciones.

Para la caracterización de los mecanismos de sustento y generación de ingresos se seleccionaron aleatoriamente 12 unidades familiares que representan el 52% de la

población del ejido; a esta muestra se aplicó una entrevista semiestructurada por unidad familiar, siguiendo el cuestionario de entrevista 2 (Anexo 1). Los datos fueron compilados en dos matrices: la tabla 2.5 compila los datos históricos de transformación del uso del suelo en las parcelas del ejido y la tabla 2.6 compila los mecanismos de generación de ingresos adoptados por cada unidad familiar. Con esta información se llevó a cabo el análisis de las prácticas del proceso de transformación de la selva en el ejido, el análisis de la diversidad de mecanismos de generación de ingresos adoptados por cada unidad familiar, y el análisis de las prácticas de generación de ingresos más comunes entre la población de Laguna Escondida.

Para todas las variables el análisis de la información cuantitativa obtenida durante las entrevistas fue complementada con la información cualitativa de las mismas y en conjunto se presentan a continuación.

Resultados

Historia de la transformación del uso del suelo

La conformación del ejido Laguna Escondida y la transformación de la selva que existía en su territorio iniciaron con el proceso de colonización promovido en México entre 1960 y 1970. En 1963 las familias Velasco y Sinaca, ambas provenientes de Tulapan, llegaron a Laguna Escondida en busca de tierras productivas y solicitaron ante la Secretaría de la Reforma Agraria una dotación para el ejido. Dos años después el estado de Veracruz les concedió el deslinde - más no la posesión legal - de 995 hectáreas, este terreno coincidía en 695 hectáreas con la dotación previa de la Colonia Lázaro Cárdenas y en 260 hectáreas con la dotación del predio de Montepío; de tal forma que desde el inicio de la conformación del ejido se presentaron conflictos de tierras entre Laguna Escondida y las comunidades vecinas. Estos conflictos fueron comunes en la región durante esta época del reparto agrario debido a las prácticas seguidas por el Estado para asignar las dotaciones (Pérez, 1994).

A partir del deslinde otorgado, en 1965, se estableció en Laguna Escondida un grupo de pobladores de alrededor de 30 personas, conformado exclusivamente por integrantes de

las dos familias fundadoras (Tabla 2.2) (Pérez, 1993). En esta época la selva ocupaba la mayor parte del área del ejido (67%), en la actualidad ocupa el 18% del territorio y se limita a las zonas de uso común. Esta deforestación transformó las áreas de selva en áreas de potrero, se llevó a cabo de manera paulatina, hectárea por hectárea, muchas veces con una tasa de transformación por ejidatario hasta de una hectárea por año; de tal manera que los potreros más viejos de Laguna Escondida tienen 40 años de establecimiento y los más recientes están siendo establecidos aún. En la actualidad los potreros ocupan el 71% de la superficie (Figuras 2.1 y 2.2).

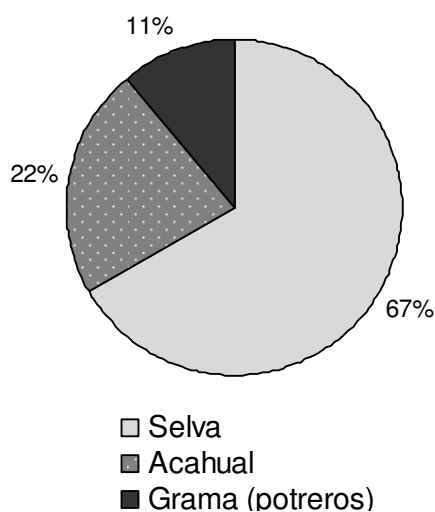


Figura 2.1. Tipo de vegetación presente en el territorio antes de la parcelación y el establecimiento de las actividades productivas del ejido. Ver tabla 2.5.

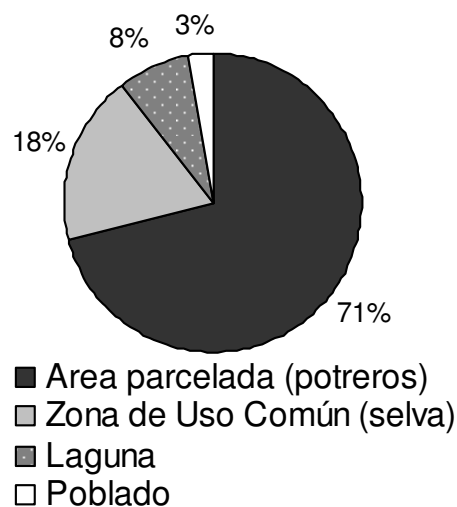


Figura 2.2. Uso del suelo en Laguna Escondida. Fuente: Mapa de parcelación del Registro Agrario Nacional. Superficie del ejido 244 hectáreas (INEGI, 2000).

La tumba de la selva en se llevó a cabo cortando primero los árboles más delgados y luego los más gruesos, posteriormente toda la vegetación tumbada fue quemada. En el 89% de las parcelas transformadas el suelo quedó totalmente descubierto y fue posteriormente que se toleraron los árboles que crecieron después de la quema. En pocos casos la tumba se llevó a cabo seleccionando los árboles maderables con valor comercial para su posterior uso o comercialización (Figura 2.3).

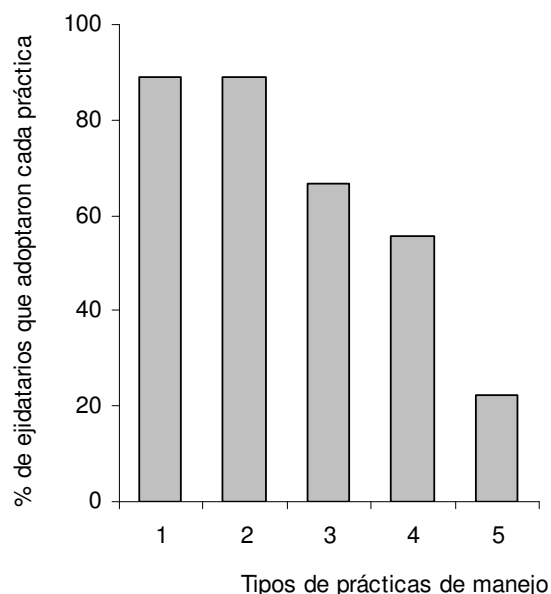


Figura 2.3. Prácticas adoptadas por los ejidatarios de Laguna Escondida para el establecimiento de las parcelas productivas. 1. Tumba. 2. Quema de la totalidad de la tumba. 3. Establecimiento de cercas vivas. 4. Establecimiento inicial de cultivos. 5. Establecimiento inicial de pasto Estrella. Ver tabla 2.5.

Una vez tumbada la selva, alrededor de la mitad de los ejidatarios destinó sus parcelas para el establecimiento de cultivos de maíz (*Zea mays*) y solo en muy pocos casos se establecieron directamente potreros para ganadería, sembrados con pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) (Figura 2.3). Sin embargo, debido al ataque de las plagas, a la pérdida de suelo útil para la siembra por causa de la erosión, a la escasez de lluvia en el ejido y a las frecuentes pérdidas causadas por los vientos del Norte, las parcelas de maíz fueron rápidamente transformadas en potreros de grama (*Axonopus affinis*), los cuales siguen usándose en la actualidad, sin mejoras adicionales, como parte de los sistemas de producción de los ejidatarios entrevistados.

Otra práctica común para el establecimiento de las parcelas fue la delimitación con cercas vivas y alambre, el 67% de los ejidatarios reportó el uso de este tipo de linderos (Figura 2.3). La mayoría de estas cercas son hileras individuales de árboles de Mulato (*Bursera simaruba*), Piñón (*Pinus oocarpa*), Jobo (*Spondias radlkoferi*) y Naranja (*Citrus arantium*) las cuales además de delimitar los terrenos retienen el suelo en los lugares inclinados, proveen sombra para el ganado y proveen leña y postes para la venta.

Posteriormente, en 1970 la UNAM compró al gobierno Federal una dotación de 700 hectáreas para el establecimiento de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas” con el objetivo de conservar en un área representativa la flora y la fauna de la región. Esta dotación representó un nuevo conflicto de tierras para Laguna Escondida, pues una vez más los predios coincidían. Cuando la UNAM tomó posesión legal de su dotación, en 1971, ya los ejidatarios de Laguna Escondida habían transformado parte del área protegida en tierras de cultivo y áreas de potrero.

Una década después, como resultado de las negociaciones, los ejidatarios suspendieron las actividades agrícolas, por su parte la UNAM cedió a Laguna Escondida las 60 hectáreas transformadas, intervino en la gestión de los trámites de posesión legal de las tierras del ejido ante la Secretaria de la Reforma Agraria, y se comprometió a la construcción de un centro de salud para la comunidad y un camino que comunica al poblado con la carretera Catemaco – Monte Pío. Estas obras fueron entregadas en 1988 y 1994, respectivamente.

En 1987 Laguna Escondida obtuvo los derechos legales sobre sus tierras, aunque estos solo reconocían 344.5 hectáreas (35%) del deslinde inicial (INEGI, 2000). En la actualidad el 44% de los ejidatarios que habitan en el poblado vivieron el proceso de conformación del ejido y la transformación de la selva en tierras productivas. De estos pobladores el 65% son descendientes de la familia Sinaca y el 30% son descendientes de la familia Velasco, el 5% son descendientes de los matrimonios Velasco-Sinaca. En la actualidad solamente hay en el poblado una unidad familiar sin vínculos de consanguinidad relacionados con los ejidatarios fundadores (Tabla 2.5).

Censo y estratificación social del poblado Laguna Escondida (2004)

El poblado de Laguna Escondida está conformado por 22 unidades familiares integradas por 120 personas, de las cuales el 60% habita actualmente en la comunidad, de estos habitantes el 43% son niños y el 57% adultos.

El 40% restante de los integrantes de las unidades familiares son migrantes, la mayoría son migrantes permanentes (87%), el 13% son migrantes temporales. La principal causa

de migración en el ejido es la búsqueda de mejores oportunidades laborales y de generación de ingresos, ya sea dentro del país en ciudades como Veracruz y Coatzacoalcos - como en el 69% de los casos -; o en Estados Unidos, como se ha presentado en los últimos años, en el 8% de los casos. En orden de importancia le siguen la búsqueda de oportunidades de estudio - como es el caso de los migrantes temporales -, y el matrimonio (10% de los casos). De tal manera que del total de los integrantes de las unidades familiares, solo los habitantes del poblado y los migrantes temporales (65%) dependen económicamente de las actividades productivas que se desarrollan en el ejido (Tabla 2.1).

La mayor parte de las unidades familiares de Laguna Escondida (55%) tienen derechos reconocidos sobre el área parcelada del ejido - son unidades familiares de ejidatarios -, mientras que una menor parte (45%) no tiene ningún derecho reconocido de propiedad sobre las tierras productivas, ni tampoco sobre el uso de los recursos naturales de las zonas de uso común - son unidades familiares de avecindados -.

En promedio, las unidades familiares de ejidatarios en Laguna Escondida están compuestas por siete integrantes: padre, madre y cinco hijos, de los cuales dos han conformado su familia en el poblado y permanecen como parte de la comunidad, y tres han migrado de forma permanente. En estas unidades familiares en promedio tres personas dependen directamente de los medios de sustento y generación de ingresos de la familia (un hombre adulto, una mujer adulta y un niño). En las unidades familiares de avecindados cinco integrantes en promedio componen la unidad familiar: padre, madre y tres hijos, de los cuales solo uno es migrante y ninguno ha conformado una nueva unidad familiar en el poblado. En estas unidades familiares en promedio cuatro personas dependen directamente de los medios de producción de la familia (un hombre adulto, una mujer adulta y dos niños) (Figura 2.4).

Las diferencias en los derechos de propiedad de la tierra y en la composición de las unidades familiares entre ejidatarios y avecindados son algunos de los factores que determinan la estratificación social en Laguna Escondida.

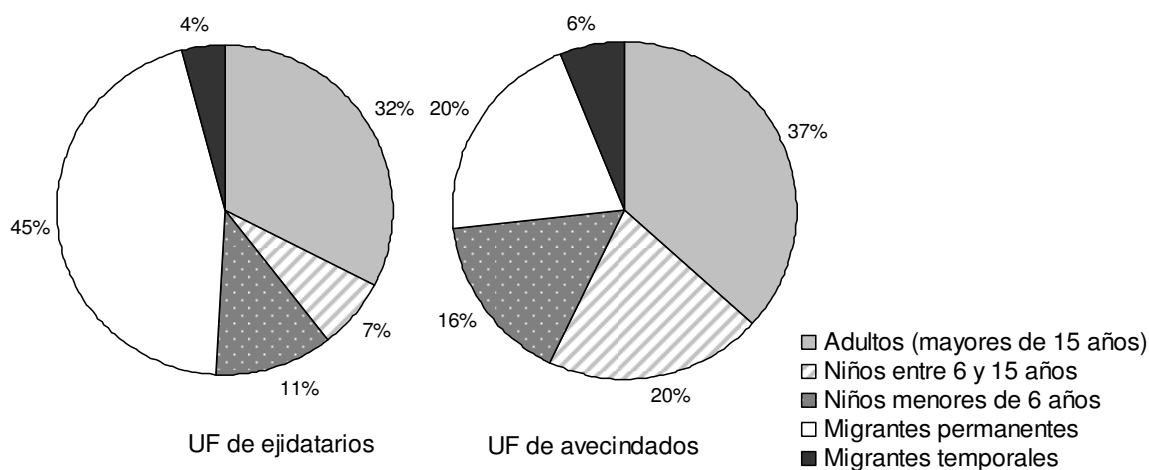


Figura 2.4. Composición de las unidades familiares de ejidatarios y vecindados en Laguna Escondida. Los habitantes del poblado están clasificados por categoría de edad. Ver tabla 2.1.

La composición de las unidades familiares determina la fuerza de trabajo disponible para el desarrollo de las actividades de sustento y generación de ingresos. Los integrantes adultos constituyen esta fuerza de trabajo en el poblado de forma permanente. Adicionalmente, en época de vacaciones escolares, los migrantes temporales - jóvenes que cursan la secundaria fuera del poblado -, se suman a ésta fuerza para el desarrollo de las actividades de producción. Al respecto, las unidades familiares de ejidatarios de Laguna Escondida presentan un menor porcentaje de integrantes adultos y de migrantes temporales, en comparación con las unidades familiares de vecindados, y por lo tanto cuentan con menor disponibilidad de fuerza de trabajo. Sin embargo, estas unidades familiares son las que requieren llevar a cabo las actividades productivas de las parcelas y la fuerza de trabajo con la que cuentan es insuficiente para desarrollarlas.

La falta de disposición de fuerza de trabajo en estas unidades familiares se explica por la cantidad de migrantes permanentes que presentan, pues a pesar de tener un mayor número de hijos que las familias vecindados, son también las que expulsan el mayor número de migrantes del ejido, debido al mecanismo de distribución del patrimonio que determina la imposibilidad de acceso a la tierra para sus descendientes.

A pesar de este hecho las familias de ejidatarios tienen mayores oportunidades en Laguna Escondida en comparación con las familias de vecindados, pues además de tener el acceso a la tierra productiva, cuentan también con un menor número de

dependientes económicos - menores de 15 años y migrantes temporales -, y por lo tanto tienen menor necesidad de generación de ingresos para el sustento de sus familias.

Esta situación de desigualdad hace que en Laguna Escondida sea común el intercambio de fuerza de trabajo entre ejidatarios y avecindados a través de esquemas de colaboración en los cuales los avecindados hacen posible el desarrollo de las actividades productivas de los ejidatarios y a cambio comparten con ellos las ganancias de la actividad productiva, o reciben el pago de jornales o diferentes tipos de colaboración para el sustento de sus familias. Sin embargo es común que estos esquemas sean insuficientes para cubrir las necesidades de sustento de los avecindados.

Tenencia de la tierra en el ejido (2004)

El ejido Laguna Escondida cuenta con una dotación de tierras de 344.9 hectáreas. El 71% de su superficie (244.9 hectáreas) son terrenos productivos divididos en 31 parcelas de propiedad de 18 ejidatarios. El 28% de los ejidatarios no habita en el poblado, sin embargo en todas las parcelas se llevan a cabo actividades productivas (Tabla 2.4) (Figuras 2.2 y 2.5).

Los ejidatarios de Laguna Escondida poseen entre una y tres parcelas cada uno y el tamaño de las parcelas oscila entre las 1.4 y las 16.4 hectáreas. La mayoría de los ejidatarios (72%) son dueños de solamente una parcela de 12.0 hectáreas de área promedio. En la actualidad un solo ejidatario tiene los derechos sobre el 14.6% de las tierras productivas del ejido (35.7 hectáreas) mientras que el 39% de los ejidatarios posee cada uno un promedio de 2.6% del área productiva (≤ 10 hectáreas cada quien). Este patrón de distribución de la tierra es resultado de la reciente dinámica de compra y venta de las parcelas, que viene dándose en el ejido desde hace alrededor de 15 años como resultado del proceso de migración de los pobladores. Esta dinámica está trayendo como consecuencia un fenómeno de concentración de la propiedad de la tierra, como se observó en el cambio de distribución de la tierra en Laguna Escondida entre 2003 y 2004 (Tabla 2.4) (Figura 2.6).

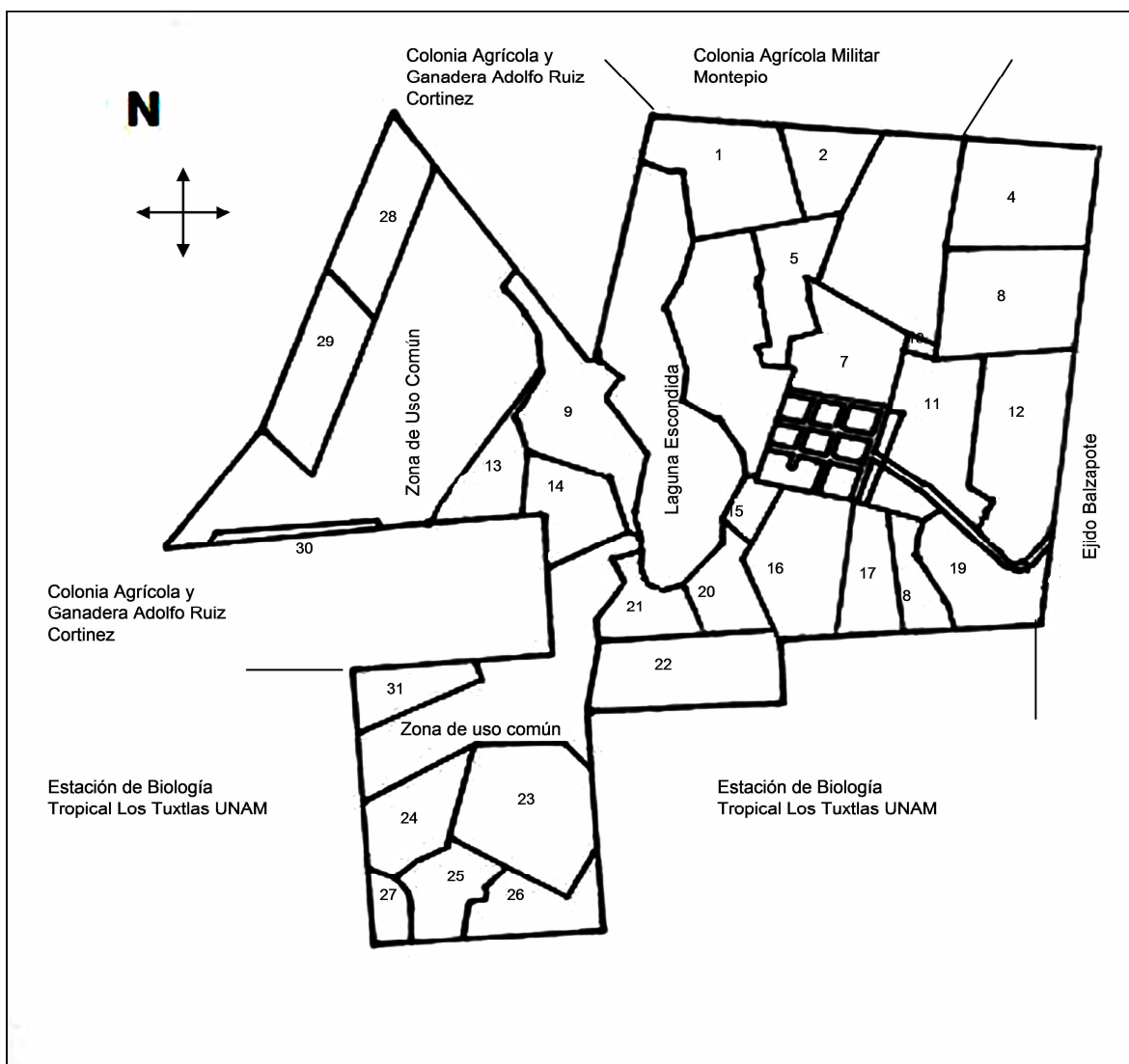


Figura 2.5. Mapa interno de parcelación del ejido Laguna Escondida. Adaptado del Mapa del Registro Agrario Nacional (RAN) (INEGI, 2000) (Ver Tabla 2.4).

En cuanto a la concentración de la propiedad de la tierra por generaciones se observó que la generación de ejidatarios fundadores aún conserva bajo su propiedad el 34% de las tierras productivas del ejido, los hijos que heredaron de ellos algunos derechos conservan el 21% y los nietos el 10% del territorio. Los ejidatarios que han adquirido los derechos por compra y venta de las parcelas poseen en la actualidad el 23% de las tierras parceladas (Tablas 2.2 y 2.4).

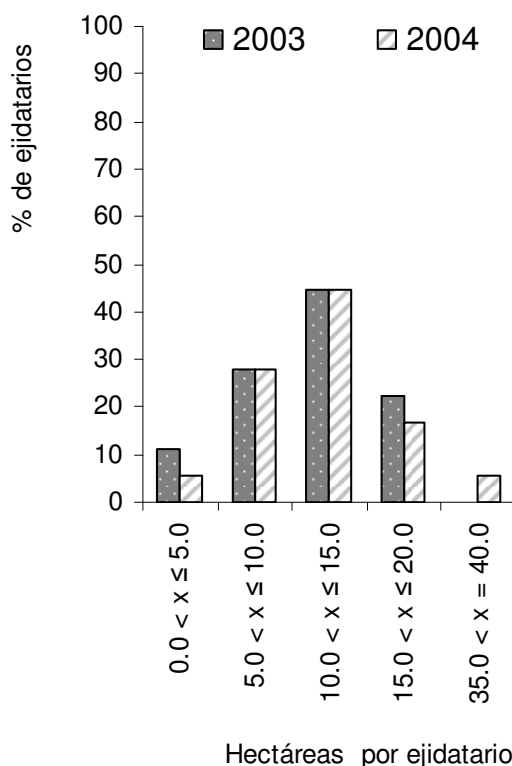


Figura 2.6. Cambio en la distribución de la tierra productiva entre los ejidatarios de Laguna Escondida entre 2003 y 2004. Ver tabla 2.4.

Sobre la conservación de los derechos ejidales se observó que solamente el 14% de los hijos de los ejidatarios fundadores tuvo acceso a los derechos de propiedad de las tierras productivas, otro 16% permanece en el poblado como avecindado y el 70% de migró de forma permanente. En la segunda generación, el 7% de los hijos heredó derechos de propiedad de la tierra de sus padres, el 5% permanece como avecindado y el 74% ha migrado de forma permanente. En las dos generaciones un 5% de los hijos migraron de forma permanente a pesar de haber heredado derechos ejidales, y aunque algunos conservan los títulos de propiedad ya no participan de las decisiones ni de los sistemas de producción del ejido. En el caso de los ejidatarios de la tercera generación, y de los ejidatarios recién llegados, sus unidades familiares son muy jóvenes y sus hijos aún son menores de 15 años. Estos datos indican que la imposibilidad de acceso a los derechos de propiedad de la tierra son determinantes en patrón de migración y la pérdida de población que se observa en el ejido (Tabla 2.2).

Mecanismos de sustento y generación de ingresos

Los pobladores de Laguna Escondida reportaron 8 mecanismos de los que depende el sustento y la generación de ingresos de las unidades familiares. Ninguno de los entrevistados reportó recibir ingresos por concepto de envío de remesas de los familiares migrantes (Tabla 2.6).

El mecanismo de sustento más comúnmente practicado es el sistema de producción del huerto familiar que se realiza en los solares de las casas de las unidades familiares del poblado, generalmente en un área de 0.16 hectáreas (40x40 m). El 100% de los avecindados y el 70% de los ejidatarios entrevistados incluyen esta práctica entre sus medios de producción (Figura 2.7). En el solar los pobladores de Laguna Escondida reportan el manejo de alrededor de 14 especies de árboles y arbustos frutales, y de al menos cinco especies de plantas herbáceas de interés agrícola y medicinal, todas estas destinadas principalmente para el autoconsumo. Sin embargo, algunos ejidatarios obtienen ingresos por la venta de estos productos, de los que obtienen un rango de ganancias que oscila entre los \$500 y los \$1,000 anuales (un dólar = \$ 10.77 MXN, en 2004), como en el caso de la venta de chagalapoli, naranja o pimienta. Las especies reportadas son: naranja (*Citrus arantium*), papaya (*Carica papaya*), anona (Annonaceae), limón (*Citrus aurantifolia*), mango (*Mangifera indica*), coco (*Cocos nucifera*), plátano (*Musa sapientum*), zapote mamey (*Pouteria sapota*), nanche (*Byrsonima crassifolia*), cacao (*Theobroma cacao*), pimienta (*Pimenta dioica*), aguacate (*Persea Americana*), chagalapoli (*Ardisia affbelizensis*) y café (*Coffea arabica*); calabaza (*Cucurbita moschata*), chayote (*Sechium edule*) y pepino (*Cucumis sativus*).

El segundo mecanismo de sustento más comúnmente practicado por los pobladores del ejido es el sistema de producción basado en la extracción de los recursos de la selva. Este mecanismo lo practican el 50% de los avecindados y el 60% de los ejidatarios entrevistados. Por concepto de esta actividad los pobladores comúnmente obtienen leña - generalmente dos veces en la semana por unidad familiar-, estantes y madera; así como otros productos menores como limoncillo (*Cymbopogon citratus*) y gagapache (*Passiflora microstipula*). Ocasionalmente, las unidades familiares se benefician de las

cosechas de mamey y pimienta que utilizan para la venta. Aunque actualmente los pobladores del ejido reportan que los árboles de mamey que usaban tradicionalmente han dejado de producir.

Oficialmente, solamente aquellos ejidatarios con parcelas menores de 10 hectáreas tienen derechos reconocidos por los acuerdos comunitarios para acceder al área de selva que se encuentra en las zonas de uso común, aunque este acceso se restringe a un área designada por la comunidad a cada ejidatario. Los avecindados no tienen derechos reconocidos de acceso a estas áreas, sin embargo ellos, los demás ejidatarios y aun pobladores de otras comunidades, acceden regularmente a las áreas de selva para llevar a cabo actividades extractivas y ejercen una fuerte presión sobre estos recursos.

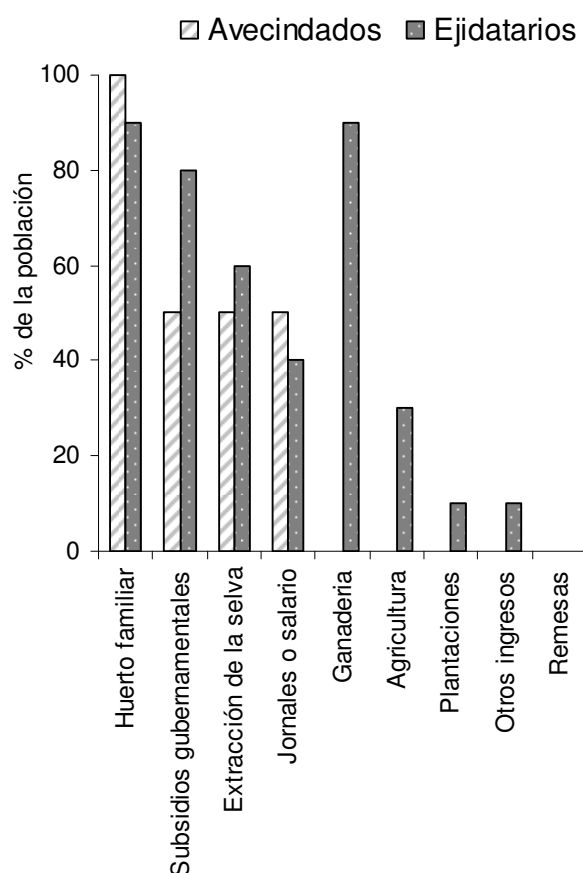


Figura 2.7. Porcentaje de la población que adopta cada uno de los mecanismos de sustento y generación de ingresos practicados en Laguna Escondida. Ver tabla 2.6.

El tercer mecanismo adoptado en el ejido es el sistema de producción de ganadería. Lo practica un 90% de los ejidatarios entrevistados y ninguno de los avecindados. Aunque esta es una actividad exclusiva del 55% de las unidades familiares que habitan en el poblado, ocupa un 68% de la dotación de tierras del ejido y el 96% del área parcelada. Solamente el 33% de los ejidatarios entrevistados destina un porcentaje del área de sus parcelas (alrededor del 4%) para usos del suelo diferentes a la ganadería. Sin embargo, algunos reportan que también aprovechan otros recursos que mantienen en los linderos de las áreas de potrero y como árboles aislados, como pimienta, leña y naranja; y por esto no necesitan llevar a cabo actividades extractivas en la selva. Adicionalmente con este tipo de manejo incrementan sus ingresos hasta en \$2,000 pesos anuales, como en el caso de la venta de las naranjas que cosecha un ejidatario en esta área.

La gran acogida que tiene la actividad ganadera entre los ejidatarios de Laguna Escondida está relacionada con que les permite contar con un ingreso constante durante el año. Adicionalmente muchos de ellos mencionan que aunque no es una actividad muy rentable sí representa para sus familias un sistema de ahorro que les garantiza el acceso rápido y seguro a determinadas cantidades de dinero en casos de emergencia. Adicionalmente esta actividad cuenta con las facilidades brindadas por la Asociación Ganadera de la Región, de la cual la mayoría de los ejidatarios ganaderos son socios.

Los dos últimos mecanismos de producción, los sistemas de producción de la agricultura y de las plantaciones con fines comerciales, son poco comunes entre los pobladores del ejido. Cada uno de ellos es practicado por el 30% y el 10% de los ejidatarios entrevistados respectivamente, y por ninguno de los avecindados .

En el caso de la producción agrícola, los ejidatarios que aún la practican producen maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), malanga (*Xanthosoma caracu*) y arroz (*Oryza sativa*) que utilizan para autoconsumo. Esta actividad la llevan a cabo en el 4% del área parcelada que no es dedicada para la ganadería. Estos ejidatarios reportan que anteriormente sembraban para la venta, hasta que cerraron la compra de estos productos en el poblado vecino de La Palma; adicionalmente la presencia de plagas disminuía mucho las ganancias, así que tuvieron que cambiar el uso del suelo de sus parcelas y dedicarse con mayor énfasis a la actividad ganadera. Por otra parte, algunos

avecindados reportaron que anteriormente practicaban la agricultura en los predios que les prestaban sus familiares ejidatarios, pero que con el auge de la ganadería en el ejido ya no es común este tipo de préstamo pues casi toda la tierra está ocupada con potreros.

Por último, el sistema de producción de las plantaciones con fines comerciales desarrolladas en un área diferente al solar solamente fue reportada por uno de los ejidatarios entrevistados; quien mantiene una plantación de naranja en una hectárea de su propiedad; pero durante los últimos años la cosecha se ha visto afectada por las plagas y no ha logrado mayor rendimiento. Sin embargo, cada año obtiene al menos entre \$400 y \$900 de ingreso adicional por concepto de la venta de la cosecha de esta plantación.

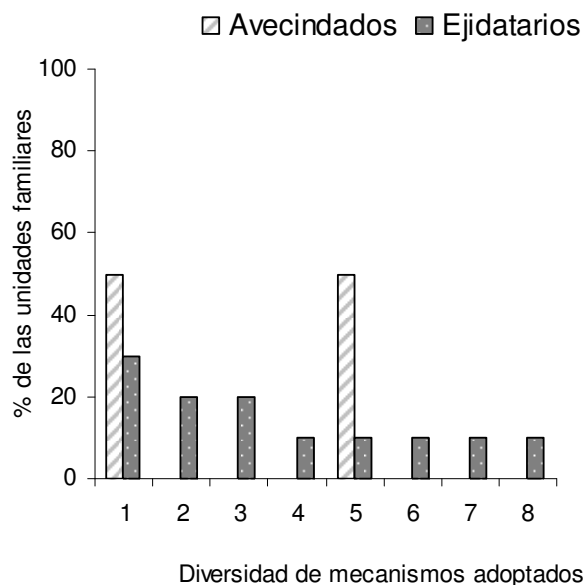
Además de las cinco formas de producción anteriormente expuestas los pobladores de Laguna Escondida obtienen ingresos por medio de tres mecanismos adicionales: el subsidio de programas gubernamentales, jornales recibidos por concepto de la disponibilidad de trabajo temporal y rentas por concepto del alquiler de los potreros.

Con respecto al subsidio recibido por los programas gubernamentales el 30% de los entrevistados (20% avecindados y 10% ejidatarios) recibe apoyo del programa Federal OPORTUNIDADES. Este apoyo es un ingreso adicional para la unidad familiar que representa \$1,900 anual por cada anciano y por cada niño de primaria inscrito y \$3,780 anuales en el caso de los estudiantes de secundaria. Para las unidades familiares beneficiadas entrevistadas el apoyo de este programa representa ingresos adicionales anuales entre \$1,900 y \$9,540, según el número de integrantes inscrito por unidad familiar.

El 78% de los ejidatarios entrevistados recibe el subsidio del programa PROCAMPO, este subsidio representa un ingreso adicional de \$2,260 por hectárea con ganadería al año. Los ejidatarios entrevistados tienen inscritas entre 1 y 5.5 hectáreas por unidad familiar. De tal manera que reciben ingresos adicionales entre \$2,260 y \$12,430 anuales, según el número de hectáreas inscritas por unidad familiar.

El mecanismo de generación de ingresos a través de los jornales recibidos por concepto del trabajo temporal beneficia al 40% de los entrevistados (10% avecindados y 30% ejidatarios). Estos pobladores trabajan en las haciendas cercanas, colaboran con los investigadores de la Estación de Biología y colaboran con las tareas propias de la actividad ganadera de las parcelas del ejido. Por este concepto reciben ingresos que oscilan entre los \$1,000 y los \$3,000 pesos mensuales, según el caso.

Solamente un ejidatario reportó la recepción de ingresos adicionales por concepto de la renta del potrero. De esta práctica recibe ingresos solo durante 4 meses al año, debido a la escasez de pasto. En la época de renta recibe en el potrero hatos de entre 10 y 15 vacas por mes y cobra \$70 por vaca por mes, de tal manera que por este concepto recibe un ingreso mínimo anual de \$2,800.



Los mecanismos de sustento y generación de ingresos de ejidatarios y avecindados son diferentes en cuanto a diversidad de oportunidades de producción. Las unidades familiares de ejidatarios adoptan en promedio al menos dos mecanismos de generación de ingresos y los avecindados dependen solamente de uno. Adicionalmente, los avecindados tienen acceso a cuatro de los ocho mecanismos de generación de ingresos

reportados (huerto familiar, extracción de la selva, jornales, programas gubernamentales), pero ninguno de estos representa un ingreso constante durante el año. En cambio los ejidatarios adoptan entre uno y ocho mecanismos de sustento y generación de ingresos por unidad familiar y al menos el sistema de producción de ganadería, que adopta la mayoría, representa un ingreso constante durante el año (Figura 2.8).

En síntesis, tanto las unidades familiares de ejidatarios como las de vecindados utilizan el huerto familiar en el solar y la extracción de los recursos de la selva para el sustento; pero en cuanto a los mecanismos de generación de ingresos solamente en el caso de los ejidatarios las familias cuentan con una actividad, la ganadería, que les genera ingresos continuos durante el año, aunque no sea económicamente rentable.

Discusión

De acuerdo al análisis de Ruiz (2001) sobre la problemática actual del sector rural latinoamericano y sus consecuencias sobre la degradación de los recursos naturales, los resultados del diagnóstico socio-económico de Laguna Escondida indican que el ejido refleja a nivel local la problemática actual de este sector en el país:

- Laguna Escondida presenta un fuerte deterioro de sus recursos naturales, lo que reduce el capital físico con el que cuenta la comunidad para su desarrollo. Esto se ve reflejado en la cantidad de tierra que ocupan las áreas degradadas en la superficie total del ejido (71%); indicando que el deterioro es consecuencia de la actividad ganadera adoptada como principal medio de producción en la región, pues requiere de un uso del suelo intenso, tecnificado y de largo plazo; de una gran cantidad de superficie por cada unidad familiar, de un alto grado de transformación del ecosistema y de un largo tiempo de aprovechamiento en una sola área. De tal manera que de este sistema de producción depende también la presencia de especies en el ejido y sus alrededores; así como el número, tamaño y distribución de los remanentes de la selva que quedan en pie (Guevara et al., 2004).
- En cuanto a la situación económica, la dificultad que tienen los pobladores para la generación de ingresos y la desigualdad de oportunidades, entre ejidatarios y

avecindados, determinan el patrón de migración que se presenta en Laguna Escondida; el cual obedece a que en general, el sector rural mexicano no ha contribuido a la generación de empleos y presenta fuertes desplazamientos de la fuerza de trabajo hacia otros sectores de la economía. Entre otras razones por que en la actualidad la actividad agropecuaria mexicana es incapaz de sustentar el bienestar de la población rural (Ruiz, 2001). Un síntoma evidente de esta realidad se observa en la pérdida del 44% de la población que ha presentado Laguna Escondida entre 1995 y 2004 (INEGI, 1995).

Sin embargo, a pesar del decrecimiento poblacional, la intensidad y extensión del disturbio causado por la ganadería en el ejido no ha decrecido, pues ante la falta de fuerza de trabajo para el desarrollo de las actividades productivas los ejidatarios han vendido sus parcelas a nuevos propietarios con mejores posibilidades de inversión, dando inicio a un fenómeno de concentración de la tierra. Esto a pesar de que por ley ningún ejidatario puede poseer más tierra que la reconocida como pequeña propiedad en la Ley Agraria (Ley Agraria, 1992).

- En cuanto a la situación del capital social, solo los ejidatarios ganaderos hacen parte de algún tipo de organización para el trabajo; pero al igual que en el sector rural del resto del país, en Laguna Escondida es necesario hacer un fuerte énfasis en el desarrollo de este aspecto. Sin embargo, en el ejido, las malas experiencias previas en cuanto a la organización, la falta de confianza y reciprocidad en las relaciones con los vecinos y la falta de una visión compartida sobre el manejo de los recursos entre los pobladores, son aspectos a superar para la construcción de instituciones comunitarias que favorezcan un mejor manejo de sus recursos naturales (Ostrom, 2000).

Ruíz (2001) reporta como causas de esta situación la falta una estrategia de desarrollo rural con políticas eficientes de inversión y fomento al empleo, la existencia de prácticas como el clientelismo político, el paternalismo público, el asistencialismo social, la escasa articulación con el mercado, el enfoque centrado en la producción primaria, la falta de claridad en los derechos de propiedad de la tierra y los recursos, y la deficiente articulación entre las políticas e instrumentos públicos dirigidos hacia el sector.

De tal manera que los cambios en las dinámicas locales para el logro de un desarrollo rural integral, que incluya la restauración eficaz de las áreas degradadas, depende del desarrollo del capital humano –con base en la promoción de valores y conocimientos -, del desarrollo el capital social – con base en la formación de actores sociales organizados, representados democráticamente y presentes en las instancias de decisión -, del desarrollo del capital físico – a través de la explotación sostenible de los recursos naturales -, y del desarrollo económico – a través de la formación de empresas y del fortalecimiento de la economía local -.

Capítulo 3:

Evaluación del disturbio causado por la ganadería en el ejido Laguna Escondida

Introducción

En Latinoamérica, la apertura de potreros para ganado vacuno ha sido la principal causa de la deforestación de las últimas dos décadas. En el país, Veracruz es uno de los mayores productores de ganado, y en Los Tuxtlas esta actividad productiva es una tradición que data desde la época de la colonia y se ha mantenido arraigada en la región hasta la actualidad, gracias a las políticas agrarias que la han promovido de manera exitosa durante más de 50 años (González-Sierra, 1991; Barrera-Bassols, 1995).

A nivel nacional, éstas políticas iniciaron en 1946 con el Plan Nacional de Colonización, aunque no fue sino hasta la década de los 60 que tuvieron como consecuencia un mayor florecimiento de la actividad ganadera. Durante esta década el desarrollo de la industria petrolera y la política agraria, institucionalizada por la Comisión Nacional de Desmontes, fomentaron el cambio masivo del uso del suelo, trayendo como consecuencia la creación de centros de población y de numerosos asentamientos, y la transformación de grandes extensiones de tierra en ejidos y propiedades privadas. Fue en esta época que la falta de una cultura de manejo forestal mantuvo vigente la aplicación de la “Ley de la tierra ociosa” que no permitía a los pobladores de los nuevos asentamientos mantener el bosque en pie, pues la dotación de terrenos tenía como objetivo promover la colonización y el desmonte para aumentar la producción de granos básicos y la ganadería ejidal (Paré, 1995).

En la década de los 70 el Plan Nacional Ganadero canalizó las inversiones hacia el desarrollo de este sector. En Los Tuxtlas, durante ésta época, el Fideicomiso Ganadero Ejidal otorgaba créditos orientados directamente al apoyo de la actividad, el PIDER (Programa Integral de Desarrollo Rural) –con el apoyo del Banco Mundial – destinaba el 55% de su presupuesto a la creación de nuevas unidades ganaderas, y el Plan Agrario

Veracruzano dio un segundo impulso al reparto de las tierras de la región. Fue en ésta época también que México se consolidó como productor de ganado vacuno y superó la producción de los demás países de Latinoamérica (Toledo et al., 1989; Barrera – Bassols, 1995).

Para la década de los 90 el 50% de la superficie del estado de Veracruz estaba convertida en potreros y mantenía un hato de 4.5 millones de reses, mientras que en la región de Los Tuxtlas esta actividad ocupaba un 30% de la superficie de la Sierra. Esto a pesar de que en 1980 la Sierra de Los Tuxtlas había sido declarada Zona de Protección Forestal y Refugio de Fauna Silvestre; y a pesar de que posteriormente, en 1986 y en 1998 había sido reconocida como Reserva de la Biosfera, por decreto presidencial (Barrera-Bassols, 1995; Paré, 1995).

Los impactos ambientales de la promoción de la actividad ganadera en la región se observan directamente en las características del paisaje actual de Los Tuxtlas, el cual está dominado, en su mayoría, por una matriz de terrenos dedicados a la ganadería, en la que se encuentran dispersos fragmentos o manchones de vegetación, cercas vivas, árboles aislados, acahuals y cultivos anuales. En el presente, esta matriz ocupa el 74% de la superficie que correspondía a la selva original de la Sierra (alrededor de 160,507 hectáreas) (Forman and Godron, 1986; Guevara et al., 2004).

A nivel local, los impactos ambientales de la ganadería están relacionados con la intensidad, tecnificación y uso prolongado de las áreas de potrero, que además de modificar el paisaje, también modifican las condiciones microclimáticas y edáficas del suelo y detienen la regeneración de la selva, pues crean condiciones adversas para la disponibilidad de fuentes de propágulos en los alrededores de las parcelas, dificultan la dispersión de frutos y semillas, la germinación, y el establecimiento de plántulas en los potreros (Aide, 2000).

Además, el sobrepastoreo de la actividad ganadera causa a nivel del sistema productivo la predominancia de pastos pobres en nutrientes, lo que lleva a los productores a la necesidad de llevar a cabo la apertura de nuevas tierras y a hacer un uso inadecuado de

las prácticas de quema y aplicación de agroquímicos, como alternativas para enfrentar el agotamiento de los suelos y la competencia con las malezas (Paré, 1995).

A continuación se presenta el análisis de la actividad ganadera y sus impactos en el ejido Laguna Escondida, teniendo en cuenta los aspectos técnicos y las relaciones socio-económicas que caracterizan este agroecosistema a nivel local. Esto con el fin de poder integrar en los capítulos posteriores dichos aspectos con las dimensiones sociales y ambientales, como parte de la propuesta de la alternativa de restauración del presente estudio.

Métodos

Para la caracterización de la forma como se desarrolla la ganadería en el ejido Laguna Escondida durante los meses de junio – julio del 2004 se aplicaron nueve entrevistas semiestructuradas a una población que representa el 56% de los ejidatarios que practican esta actividad productiva en el área parcelada del ejido. Estas entrevistas se desarrollaron individualmente con los jefes de las unidades familiares siguiendo el cuestionario de entrevista 3 (Anexo 1).

Para el análisis cuantitativo de los datos se diseñó una matriz de frecuencia que toma en cuenta las prácticas de manejo reportadas y la respuesta de la incorporación de estas prácticas en el sistema de producción de cada uno de los ejidatarios entrevistados (Tabla 3.1, Anexo 2). A partir de las frecuencias obtenidas se identificó el porcentaje de la población que incorpora cada una de las prácticas en su sistema productivo. Las prácticas de manejo incorporadas por más del 50% de la población fueron consideradas para la caracterización de la actividad ganadera promedio del ejido Laguna Escondida. Esta caracterización constituye el escenario de actividad ganadera para los análisis de rendimiento económico y competitividad.

La información cualitativa provista por los ejidatarios durante las entrevistas se utilizó para complementar el análisis cuantitativo de la matriz y llevar a cabo la descripción de la actividad ganadera del ejido Laguna Escondida, como se expone a continuación.

Resultados

Descripción de la actividad ganadera practicada en el ejido Laguna Escondida

Los ejidatarios entrevistados dedican en total 139 hectáreas de sus parcelas a la actividad ganadera (94% de sus terrenos) y manejan estas áreas como potreros desde hace más de 26 años. En este terreno estos ejidatarios mantienen actualmente un total de 212 cabezas de ganado, con un índice de agostadero promedio de una vaca por hectárea, y una estructura de edad en el hato de un becerro por cada dos vacas adultas.

En el 56% de los potreros evaluados el primer uso del suelo de las áreas deforestadas se destinó al establecimiento de siembras de maíz (*Zea mays*). Posteriormente, estas siembras fueron transformadas en potreros de Grama (*Axonopus affinis*) y en la mayoría de los casos (56%), a medida que estos potreros bajaron su rendimiento, los ejidatarios llevaron a cabo mejoras incorporando a sus pasturas el pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Solamente en el 22% de casos el primer uso del suelo se destinó directamente al establecimiento de áreas de potrero, sembradas con pasto Estrella.

En la actualidad el 33% de los ejidatarios sigue empleando el pasto de Grama y el 22% continúa utilizando el pasto Estrella como forraje, aunque la productividad, el tiempo, el esfuerzo requerido para su establecimiento y su durabilidad no son los mejores (Figura 3.1). Esta práctica se explica al considerar que para los ejidatarios con menos ingresos el uso de los pastos Grama y Estrella sigue siendo la opción más económica. En el caso del mantenimiento del pasto de Grama, éste no requiere ninguna inversión de dinero y se lleva a cabo exclusivamente por medio del chapeo; sin embargo, en el caso del mantenimiento del pasto Estrella, se requiere de una pequeña inversión de dinero y de una gran inversión de tiempo y fuerza de trabajo en la siembra y re-siembra de las parcelas – la cual se debe llevar a cabo por lo menos una vez al año -. El proceso del establecimiento de las pasturas de pasto Estrella requiere llevar a cabo la cosecha de los brotes en una pastura establecida con anterioridad, acarrearlos al área de siembra o re-siembra, ahoyar el terreno, sembrar y tapar manualmente cada uno de ellos. Además,

durante los tres años posteriores a la siembra, lograr el establecimiento del potrero requiere de intensas jornadas de chapeo y aplicación de insumos.

Por otra parte, desde hace cuatro o cinco años, el 89% de los ejidatarios ha tenido acceso a algunas innovaciones tecnológicas para la ganadería y es desde entonces que la incorporación del pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha*) en las pasturas del ejido es una práctica común (Figura 3.1). Esto ha motivado una nueva transformación de los potreros, que se está llevando a cabo en la actualidad. La introducción de los pastos mejorados ha representado grandes beneficios para los ejidatarios, pues ha disminuido la inversión requerida para la aplicación de insumos - como herbicidas y plaguicidas -, y ha disminuido la necesidad de las jornadas de chapeo. Sin embargo, el establecimiento de este tipo de pasturas es costoso, ya que es común que una la semilla recién sembrada sea depredada por hormigas y aves.

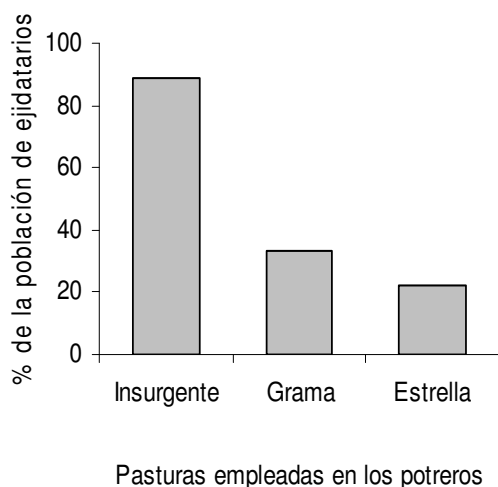
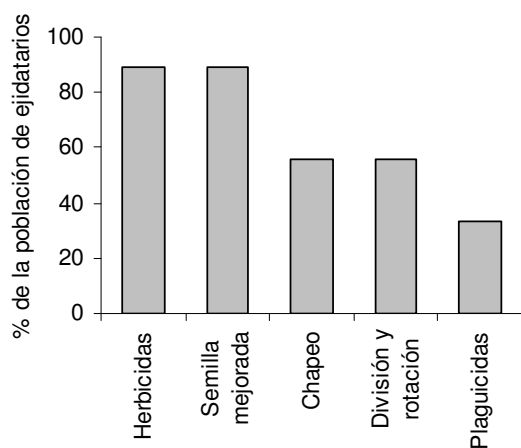


Figura 3.1. Pasturas empleadas actualmente en los potreros del ejido Laguna Escondida. Porcentaje de la población de ejidatarios que usa cada tipo de pastura. Tabla 3.1.

La mayoría de los ejidatarios utiliza en la actualidad uno o dos tipos de pasto. Es común que los ejidatarios en Laguna Escondida tengan parcelas sembradas con Insurgente y parcelas con Grama. Solamente los ejidatarios con menos recursos siguen empleando exclusivamente la combinación de Grama y pasto Estrella. Los ejidatarios con mayor acceso a las innovaciones tecnológicas están experimentando la incorporación de los pastos Bombaza (*Panicum maximun*) Señal (*Brachiaria decumbens*), pero estos no se han establecido aún en las parcelas del ejido.

Para el mantenimiento de los potreros, las prácticas de aplicación de herbicidas, siembra de semillas mejoradas, chapeo y rotación son las más comunes, y la práctica de aplicación de plaguicidas es rara entre los ejidatarios entrevistados (Figura 3.2). La

práctica del uso de herbicidas es más frecuente en los potreros con Grama y pasto Estrella, pues en estos es común la invasión de las malezas conocidas como Cornizuelo (*Acacia cornigera*) y Zarza (*Rosa rubiginosa*), y para contrarrestarlas los ejidatarios utilizan los herbicidas conocidos como Faena, Tordon y Hierbamina. En contraste, en los potreros sembrados con pasto Insurgente la aplicación de herbicidas solo es necesaria dos veces al año y la cantidad empleada por hectárea depende de la cantidad de maleza a erradicar. En todos los casos puede llegar a emplearse de dos a cuatro litros por hectárea. Sin embargo, algunos ejidatarios reportan que para el control de malezas es mejor el chapeo que el uso del herbicida, pues este último no es 100% efectivo para la eliminación de la maleza e implica un gasto fuerte para la unidad familiar.



Prácticas para el manejo de los potreros

Figura 3.2. Prácticas de mantenimiento y mejoramiento de los potreros en el ejido Laguna Escondida. Porcentaje de la población de ejidatarios que incorpora la práctica de manejo en su sistema de producción. Tabla 3.1.

Cuando se dividen los potreros como práctica de manejo, los ejidatarios dividen las parcelas divididas en espacios de dos a cuatro secciones. Entre estas divisiones la rotación consiste en el cambio del ganado de una sección a otra, cada 8 días - aunque algunos ejidatarios rotan el ganado con una frecuencia entre secciones de una vez al mes -. Las secciones se asignan por categorías de edad, a vacas, becerros y/o las novillas; y en general casi todos dejan una sección en descanso entre un período de rotación y otro.

En cuanto a la aplicación de pesticidas, solamente los ejidatarios que están estableciendo actualmente sus potreros la practican, con el fin de combatir plagas como los gusanos presentes en el suelo de los acahuales recién tumbados. El producto usado con más frecuencia para esta actividad es Tordon.

En cuanto al tipo de ganado que los ejidatarios prefieren, la mayoría usa una o dos razas para conformar sus hatos. Las razas comunes en el ejido son el ganado Suizo (50%) y el

Criollo (50%). Sin embargo se reportó el uso de otras cinco razas en las parcelas del ejido. La incorporación de estas razas es llevada a cabo solamente por los ejidatarios mayores posibilidades de acceso a las innovaciones tecnológicas (Figura 3.3).

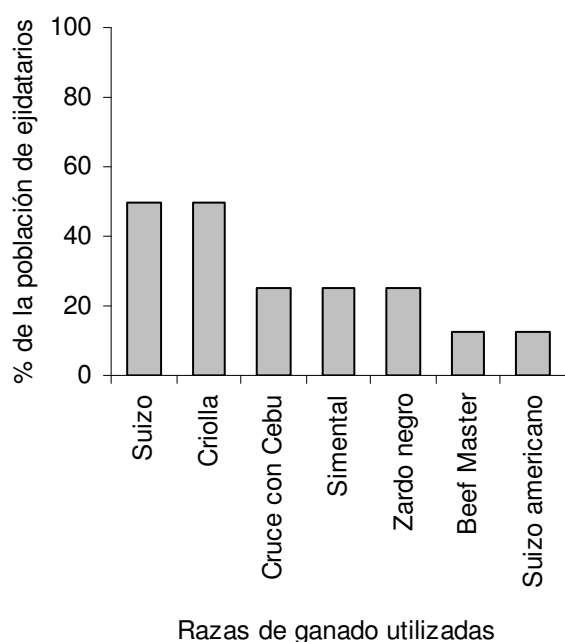


Figura 3.3. Razas utilizadas en la actividad ganadera del ejido Laguna Escondida. Porcentaje de la población de ejidatarios que utiliza cada raza reportada. Tabla 3.1.

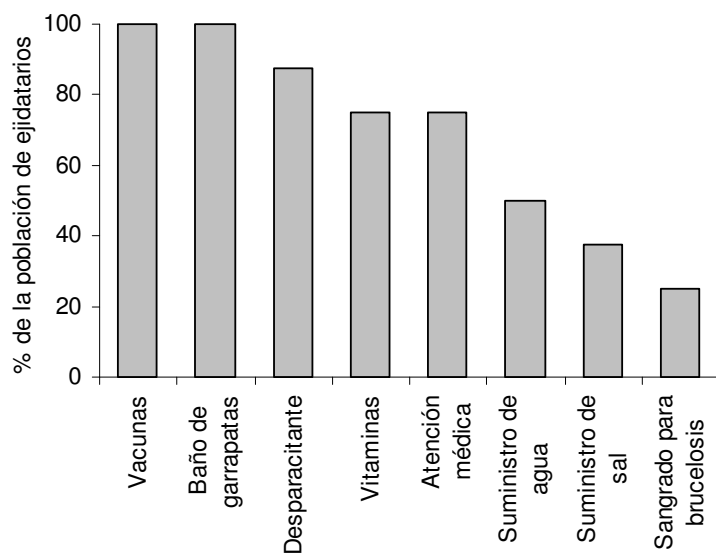
El Zardo Negro, Cebu y Simmental son razas de ganado de doble propósito; Beef Master es una raza especial para la producción de carne y el Suizo Europeo y el Suizo Americano son razas de ganado especiales para la producción de leche.

En cuanto a las prácticas para el cuidado del ganado, todos los ejidatarios aplican vacunas y baños de garrapatas a su ganado. Pero solo algunos incluyen la aplicación de desparasitantes, suministro de vitaminas y controlan la Bruselosis, entre las prácticas de cuidado de su hato. El 67% de los entrevistados reporta que las pérdidas de ganado por enfermedad o accidente son frecuentes (Figura 3.4).

Las vacunas que los ejidatarios aplican con mayor regularidad protegen al ganado de las siguientes enfermedades: derrengue, carbonosa, mal de paleta y carbón sintomático; la aplicación de todas éstas vacunas se hace a través del uso de un solo producto. Para desparasitar los animales se usa Invermetina, y el producto vitamínico más comúnmente utilizado es el Bigatol.

En el sistema de producción de ganado de Laguna Escondida las pérdidas equivalen al 23% de la producción de animales al año y las causas más comunes son la desnutrición y las enfermedades Derrengue, Fiebre Carbonosa y Carbón Sintomático. Otras causas de pérdida son el rodado de los animales en las áreas muy empinadas, y el robo. Los

productos más comúnmente usados para tratar los casos de enfermedad son los antibióticos Bayoba y Hemicina.



Prácticas para el manejo del ganado

Figura 3.4. Prácticas para el cuidado del ganado en el ejido Laguna Escondida. Porcentaje de la población de ejidatarios que incorpora la práctica de manejo en su sistema de producción. Tabla 3.1.

En Laguna Escondida la actividad ganadera tiene varios propósitos. El 56% de los ejidatarios obtiene carne y leche de su sistema productivo, el 33% obtiene carne exclusivamente, el 11% obtiene ingresos por concepto de la renta del potrero, y ninguno dedica su actividad ganadera a la obtención de leche exclusivamente. En el caso de los que obtienen carne y leche, la producción de leche depende del período de lactancia de la vaca, el cual se presenta cada vez que ésta pare un becerro. Generalmente la lactancia se extiende hasta los ocho meses después del parto, de tal manera que el sistema de doble propósito produce leche solo durante ocho meses por año, por vaca, pues la vaca deja de producir entre una lactancia y otra. Durante el tiempo de ordeño los ejidatarios de Laguna Escondida dejan tres pezones para la producción y solamente uno para la engorda del becerro.

Alrededor de dos meses después de cada parto, la vaca puede ser cruzada de nuevo para la obtención de una nueva cría, y sigue produciendo leche aún durante el período de gestación, que dura alrededor de nueve meses (285 días). Sin embargo, en Laguna Escondida las vacas lecheras se cruzan solamente cada dos años, y para llevar a cabo la

Para el suministro de agua, en época de verano las prácticas de manejo incluyen el suministro del agua almacenada, usando tanques que recogen agua lluvia en los potreros, o el suministro de los nacimientos; así como el traslado del ganado hacia las lagunas o hacia los arroyos del ejido.

En Laguna Escondida la actividad ganadera tiene varios propósitos. El 56% de los ejidatarios obtiene carne y

cruza se acostumbra que el ható cuente con un semental. Otra práctica reportada para el manejo del ható en el sistema de doble propósito consiste en que los becerros machos se venden chicos, al año de edad, mientras que las becerras se escogen de acuerdo a las características lecheras de su familia.

En el caso del sistema de producción de carne, los ejidatarios prefieren no ordeñar las vacas pues perciben que los animales disminuyen su rendimiento. Este rendimiento depende del peso alcanzado por los becerros al año de edad. En promedio, un becerro al nacer pesa alrededor de 48 Kg y a los seis meses de edad debe alcanzar un peso promedio de 250 Kg para que pueda ser vendido como carne. En este sistema no es necesario que el ható cuente con un semental para las cruza pues se acostumbra comprar los becerros chicos para la cría.

En los dos sistemas de producción, pasado un mes del nacimiento del becerro éste es desparasitado, pasados seis meses es vacunado y pasado un año es descornado. Durante este tiempo los becerros requieren de cuidados especiales con vacunas y antibióticos.

En cuanto al rendimiento, los ejidatarios de Laguna Escondida que practican el sistema de ganadería de doble propósito obtienen al rededor de tres litros de leche por vaca diariamente y venden esta producción a los queseros de Catemaco. En cuanto a la producción de carne, en el sistema de doble propósito el rendimiento reportado es la venta de un becerro de 200 Kg cada dos años, por vaca, mientras que en el sistema de producción de carne el rendimiento reportado es de un becerro de 250 Kg por año, por vaca. La producción de carne se vende a los compradores de la población vecina de La Palma, o al carnicero que viene a recoger los animales del rastro de San Andrés Tuxtla.

Del total de ejidatarios entrevistados solo el 33% paga jornales para ayudarse con el desarrollo de las actividades de su sistema de producción, los demás se valen de la colaboración de sus familiares avecindados más cercanos, o intercambian fuerza de trabajo con otros ejidatarios.

Los ejidatarios de Laguna Escondida no consideran la actividad ganadera como una actividad lucrativa, sino como un medio de respaldo económico para los casos de emergencia, al que llaman ellos ahorro. Solamente un ejidatario no practica la actividad ganadera porque considera que no es rentable,. Algunos de los entrevistados consideran que es más rentable el trabajo por jornales que la venta de la leche, cuando hay oferta de trabajo.

Caracterización de una parcela promedio dedicada a la ganadería en el ejido Laguna Escondida

De acuerdo a la descripción anterior, teniendo en cuenta las prácticas más comunes relacionadas con el manejo del potrero, el manejo del ganado y el propósito del sistema de producción que se acostumbra en el ejido Laguna Escondida, la caracterización de una parcela promedio sería la siguiente:

La actividad ganadera promedio en el ejido Laguna Escondida se desarrolla en una parcela de alrededor de 12 hectáreas de potrero, sembradas con pasto Insurgente. Esta parcela tiene sus linderos delimitados con una cerca viva de *Bursera simaruba* y alambre de púas. En esta parcela la producción se logra con base en la fuerza de trabajo que se obtiene a través de esquemas de colaboración acordados con familiares que habitan en el poblado - ejidatarios o vecindados -, pero que no implican el pago de jornales. El sistema de producción se caracteriza por mantener en promedio una vaca por hectárea. Las prácticas de manejo del potrero incluyen el chapeo y la aplicación de insumos, una vez al año. En cuanto a las prácticas de manejo del ganado, las razas utilizadas en esta parcela son el ganado Suizo y el Criollo, con el fin de producir carne y leche. Los cuidados que reciben consisten en la aplicación regular de vacunas, baños de garrapatas y desparasitantes. Solo en caso de enfermedad o accidente el ganado de esta parcela promedio también recibe atención médica.

En cuanto a la producción, en esta parcela se ordeña diariamente, durante ocho de los doce meses del año, y se obtienen tres litros de leche por vaca. El ejidatario dedica al rededor de 2.5 horas del día al ordeño, transporte y venta de la leche, y al cuidado del ganado. Por cada litro de leche obtenido el ejidatario recibe \$2 MXN. Con respecto a la

producción de carne, en la parcela promedio se vende un becerro por cada vaca, cada dos años. Este becerro pesa alrededor de 200 Kg y el rastro le paga al ejidatario \$15.5 MXN por kilo, aunque descuenta un 5% del peso del animal. La venta se lleva a cabo en la parcela del ejidatario, donde el rastro recoge al animal.

Costos de insumos y fuerza de trabajo de la actividad ganadera promedio

Para el desarrollo de las actividades de la parcela promedio de ganadería de Laguna Escondida, el ejidatario debe contar con una fuerza de trabajo aproximada de 368 horas al año, destinadas a llevar a cabo las actividades de chapeo y aplicación de insumos en el potrero, así como las actividades de ordeño, transporte y venta de la leche y cuidado del ganado, que se realizan diariamente. El mantenimiento del potrero se lleva a cabo durante una semana, dos veces al año y ocupa el 35% de la fuerza de trabajo requerida en el sistema de producción; mientras que las demás actividades ocupan diariamente un 0.7% de la fuerza de trabajo requerida durante todo el año (Tabla 3.2).

Los resultados del análisis de la relación costo – beneficio que se llevó a cabo incorporando los costos de la fuerza de trabajo, los costos de los insumos empleados y las ganancias de la venta de leche y carne, siguiendo las prácticas del sistema de producción promedio de Laguna Escondida, indican que la actividad ganadera en el ejido tiene una utilidad neta anual de \$ - 2,255 MXN. Sin embargo, si se tiene en cuenta que en la práctica los ejidatarios no pagan jornales por la fuerza de trabajo empleada dentro del sistema, sino que establecen acuerdos de cooperación con sus familiares, la utilidad neta anual del sistema, durante los años de venta de becerros, es de \$ 3,013 MXN; pero dado que la venta de becerros se lleva a cabo cada dos años, la utilidad neta anual real para el sistema es de \$ 1,506 MXN. Estos resultados indican que la rentabilidad económica de la actividad ganadera de Laguna Escondida depende de la mano de obra no paga y de los subsidios recibidos por parte del gobierno para el apoyo de esta actividad productiva.

Discusión

De acuerdo a Téllez (1994), al comparar los índices de agostadero, la práctica ganadera de Laguna Escondida tiene mejores niveles de productividad por hectárea que el promedio nacional (tres hectáreas por cabeza de ganado), pero presenta niveles ligeramente más bajos en comparación con la productividad de actividad ganadera que se lleva a cabo en las demás áreas tropicales del país (0.8 hectáreas). El carácter extensivo y las demás características de la práctica ganadera que se desarrolla en Laguna Escondida hacen que este sistema de producción compita por el uso del suelo con la posibilidad de recuperar los recursos forestales del ejido (Paré, 1995).

Por otro lado, factores como la falta de acceso a la tecnología dificultan que se lleve a cabo un manejo intensivo de la ganadería entre los ejidatarios, por medio del cual se haga un mejor uso del suelo y se alcance una mejor productividad (Paré, 1995). Esto se hace evidente al observar los bajos rendimientos que Laguna Escondida presenta frente a sistemas ganaderos con bajos niveles de tecnificación, desarrollados en condiciones similares a las del ejido. En la tabla 3.3 se observa que el rendimiento de la producción entre los sistemas comparados varía de acuerdo al nivel de tecnificación, las razas y el tipo de forraje empleados en cada uno.

Tabla 3.3. Comparación del rendimiento del sistema de producción de ganado de Laguna Escondida con sistemas similares en Campeche y Catemaco. * Datos obtenidos de la Unión Ganadera del Centro de Veracruz y de Coopex S.A. de C.V. (Rangel-Carillo, 2004).

Lugar	Sistema de producción	Propósito	Condiciones	Características (Razas y forrajes)	Rendimiento promedio de producción de leche (litros diarios por vaca)	Rendimiento de producción de carne (Kg a los 6 meses de edad)
Laguna Escondida	No tecnificado	Doble propósito	Clima cálido, humedad extrema y alta incidencia de garrapatas	Criollo y Suizo y uso de forrajes mejorados	3	100
Campeche	Medianamente tecnificado			Suizo y Cebú y uso de forrajes mejorados	7	235
Catemaco*	Medianamente tecnificado			Simmental y uso de forrajes de mala calidad	14	167

La ausencia de prácticas adecuadas para el manejo de este sistema productivo se reflejan en la precariedad de la economía campesina de la región. Según Guiarte-Flores (2004) y Rangel-Carillo (2004), en un escenario óptimo de producción ganadera, una vez que el ejidatario tiene una vaca recién nacida debe criarla durante 3 años antes de que comience a ser productiva, y a pesar de que la vaca puede vivir alrededor de 40 años, su vida productiva debe ser de siete años solamente, durante este tiempo el ejidatario puede obtener una cría al año, pero una vez que el animal cumple los 10 años de edad éste debe ser reemplazado en el hato. En Laguna Escondida no se tienen en cuenta estas prácticas básicas de manejo, pues la actividad ganadera no se visualiza como una actividad económica en la que se pueden optimizar los rendimientos. En consecuencia muchos animales permanecen en el hato más allá de los 10 años de edad, representando fuertes pérdidas de dinero para el sistema de producción.

Posibles alternativas para enfrentar la problemática de la actividad ganadera de Laguna Escondida son: la propuesta de modelos alternativos de producción y la recuperación del control de los recursos de la región a través de esquemas de asociación (Paré, 1995). Estas alternativas deben incrementar la producción sin agravar aun más el deterioro ambiental, y deben proveer un acceso más igualitario de la población a los recursos (Altiere and Nichols, 2000).

Al respecto, un escenario futuro posible para el Laguna Escondida podría ser la integración de los elementos arbóreos del paisaje (fragmentos de selva, campos de cultivo y acahuales) a través de la conectividad facilitada por árboles aislados, cercas vivas y plantaciones, todos estos sembrados con especies nativas de interés comercial. El establecimiento de este tipo de sistemas agroforestales ofrecería ingresos adicionales para los ejidatarios, al mismo tiempo que mejoraría a nivel local la fertilidad del suelo, ayudaría a tener un mejor control de la erosión y de las plagas, incrementaría los rendimientos del sistema, mejoraría el microclima, conservaría la humedad y estimularía la biología del suelo (Altiere and Nichols, 2000). A nivel del paisaje estos agroecosistemas podrían incrementar la disponibilidad de especies y su acceso a los diferentes sitios, y facilitarían el reclutamiento y el desarrollo hacia la fase adulta reproductiva de las especies nativas que son dispersadas, germinan y se establecen al interior de los potreros (Guevara et al., 2004). En la Región de Los Tuxtlas existen

experiencias exitosas de este tipo, como es el caso del Proyecto Sierra de Santa Marta, que lleva más de diez años funcionando en la región (Paré, 1995).

Capítulo 4:

Análisis biológico de la propuesta de restauración con linderos de uso comercial, empleando la especie arbórea *Pimenta dioica* (L.) Merr

Introducción

El estudio de las consecuencias de la fragmentación del paisaje se ha enfocado principalmente hacia el análisis de los ecosistemas originales, pero poco se ha estudiado sobre los fenómenos que ocurren en la matriz en la que estos se encuentran (Estrada, 2006). En la región de Los Tuxtlas las áreas agrícolas, que constituyen la matriz del paisaje, retienen una proporción importante de cobertura vegetal, abundante y conspicua, en forma de árboles aislados, cercas vivas, cortinas rompeviento o agrupaciones de árboles; algunos de sus componentes son remanentes del bosque original, algunos plantados y otros son resultado de la regeneración. Para los esfuerzos de conservación y restauración adelantarse en la región estos elementos son importantes, pues adicionan complejidad florística y estructural al agroecosistema y mejoran la conectividad entre fragmentos. Su manejo representa una de las estrategias de restauración más usadas en los trópicos (Parrow and Davi, 2002; Harvey et al., 2004).

En particular, el manejo de las cercas vivas, combinado con la siembra de plántulas de árboles nativos de rápido crecimiento, resistentes a la sequía y capaces de crecer con pocos nutrientes, es una de las opciones más promisorias para acelerar la recuperación de la cobertura vegetal en las áreas degradadas, lograr el incremento de la diversidad del sotobosque, mejorar la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes, así como la amortiguación de los extremos de temperatura y humedad del suelo y del ambiente (Parrow and Davi, 2002).

Las cercas vivas son líneas rectas de árboles o arbustos plantados en los linderos de las fincas o en la división de los potreros y su objetivo principal es controlar el acceso de animales y gente a estas áreas. Estas cercas están compuestas por una línea simple de

árboles plantados a distancias cercanas uniformes, de tal manera que puedan mantener tenso el alambre. Su valor para las iniciativas de restauración depende de su composición florística y diversidad estructural, ya que de la complejidad de estos atributos depende el aporte de hábitats y recursos que ofrecen las cercas para el agroecosistema (Harvey et al., 2004).

Entre sus beneficios, se ha comprobado que las cercas vivas atraen la fauna de las áreas naturales hacia las pasturas. Los animales las usan como hábitat, sitios de forrajeo y corredores o puntos intermedios que les permiten cruzar las áreas deforestadas. En Los Tuxtlas las cercas vivas son utilizadas por aves, murciélagos, escarabajos y otros mamíferos no voladores, conservando una diversidad de especies representativa de la biodiversidad de los remanentes de selva de la región. Lo que indica que estos elementos agroforestales son significativamente más ricos en biodiversidad que las áreas de potrero (Estrada et al., 1993; Estrada et al., 1998; Estrada and Coates-Estrada, 2005; Estrada, 2006).

Como consecuencia de la movilidad de las especies a través de las cercas vivas, éstas reciben más semillas que las pasturas. Además, estos elementos modifican el microclima y favorecen el establecimiento de algunos árboles del bosque en su área de influencia. Y de acuerdo a su conexión con las áreas naturales pueden presentar más o menos especies típicas de borde y de sucesión secundaria. Sin embargo, la sobrevivencia de las plántulas dispersadas en estas cercas depende principalmente de las decisiones socio-económicas que determinan su manejo como parte del agroecosistema (Haley, 2004).

La selección que los campesinos hacen de las especies que componen las cercas vivas es una de estas decisiones. Los criterios para este fin se basan en el valor de uso de las especies y en su potencial como fuente futura de productos y servicios. En la actualidad las cercas vivas de la región de Los Tuxtlas están compuestas principalmente por *Bursera simaruba* y *Gliricidia sepium*, y de ellas los ejidatarios obtienen leña y postes para venta y autoconsumo (Estrada et al., 1997). La diversificación de estas cercas con especies nativas de interés comercial es una iniciativa de manejo interesante, que no se practica actualmente en la región. Al respecto, Ibarra et al. (1997) reportaron que al rededor del 20% de las plantas útiles de Los Tuxtlas tienen interés comercial. Sin embargo, no todas

pueden ser empleadas para la diversificación o el establecimiento de las cercas vivas, pues no todas pueden crecer en condiciones de potrero. Entre las especies que cuentan con el potencial biológico y económico para este tipo de establecimiento se encuentra *Pimenta dioica* (pimienta), que además es una de las especies más promisorias de la región por su alto valor comercial (Ricker et al. 1999; Martínez-Garza, 2003).

De los árboles adultos de *P. dioica* se cosechan los frutos conocidos como pimienta. Estos frutos secos son un Producto Forestal No Maderable (PFNM) ampliamente reconocido. Su uso se remonta a épocas prehispánicas, en ese entonces eran conocidos como “xocoxchitl”, y desde esa época eran empleados como condimento y medicina (Hernández, 1959; Valdés y Flores, 1985). En la actualidad los frutos de pimienta se usan principalmente en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética, en las que emplean sus aceites esenciales como aditivo alimenticio y antioxidante, y como materia prima para la elaboración de perfumes (Reining and Heinzman, 1992; Martínez et al., 2004).

Diferentes autores y organizaciones han propuesto el aprovechamiento de este tipo de productos PFNM, como una alternativa viable para conservar el equilibrio del ecosistema y los valores culturales relacionados con él, al mismo tiempo que se generan beneficios comerciales por concepto de la venta de los recursos producidos (Salfsky et al., 1993; Ricker and Daly, 1998). Ricker et al. (1999) ha trabajado esta propuesta, orientándola en Los Tuxtlas hacia el enriquecimiento del bosque con especies nativas con alto valor comercial, buscando que el valor comercial del bosque aumente y que su aprovechamiento constituya un sistema de producción en capacidad de competir económicamente con las demás formas tradicionales de uso del suelo en la región, como la ganadería. Su análisis presentó resultados positivos para *Pouteria sapota* y sugirió la integración de varias especies a la estrategia de enriquecimiento de la selva de Los Tuxtlas, entre las que se encuentra *Pimenta dioica*.

La propuesta de enriquecimiento de Ricker et al. (1999) puede ser modificada e implementada no solo en la selva, sino también en las áreas degradadas de la región. De tal manera que el establecimiento de cercas vivas empleando especies comerciales, aquí llamadas “linderos de uso comercial”, motive la reconversión de los potreros en superficies arboladas. Estos linderos a su vez facilitarían la recuperación de algunos de

los atributos del ecosistema original y al mismo tiempo generarían ingresos adicionales para los pobladores locales. Esta estrategia para el manejo de los potreros diversificaría las formas de producción actuales y favorecería la aceptación y la sustentabilidad de las iniciativas de restauración propuestas.

La viabilidad de dicha estrategia depende del análisis de las variables biológicas y económicas relacionadas con el aprovechamiento de las especies comerciales. Entre las variables biológicas, son importantes el estudio de la sobrevivencia y de la incidencia de la copa de los árboles en el mejoramiento de las condiciones ambientales del suelo; y la comparación del crecimiento y rendimiento de cosecha entre las poblaciones de selva y potrero. Estos datos biológicos constituyen la base del análisis económico del valor comercial esperado del sistema de restauración propuesto (Capítulo 5).

Métodos

Caracterización biológica de *Pimenta dioica*

Pimenta dioica es una especie nativa de Centro América y las islas vecinas del Caribe. En México se distribuye en la vertiente del Golfo de México desde el norte de Puebla y Veracruz hasta el sur de la Península de Yucatán. Crece naturalmente en bosques semi-tropicales de tierras bajas (Ver descripción taxonómica de la especie en el anexo 3) (Landrum, 1986; Sanchez-Vindas, 2001). En cuanto a su biología, Chapman (1964) estudió el dioicismo de las flores de *la especie* y reportó que en la naturaleza la especie presenta una proporción de flores femeninas y masculinas de 1:1, aunque el comportamiento de la dioicidad de a nivel de los individuos no ha sido estudiado aún. Sin embargo, Weiss (2002) reporta algunos aspectos de la floración y fructificación de *P. dioica* y menciona que los árboles masculinos comienzan la floración antes que los árboles femeninos y que ésta se mantiene aun después de que los árboles femeninos han terminado de florecer. Las flores masculinas producen polen abundante y la polinización se lleva a cabo principalmente por el viento, aunque también intervienen en ella algunos insectos. El periodo de floración de la especie se presenta una vez al año, entre marzo y junio, y el período de fructificación entre junio y agosto, y sus semillas son dispersadas por aves.

La población silvestre de *P. dioica* que se encuentra en el área del ejido Laguna Escondida se ubica en dos ecosistemas diferentes: la selva y las áreas de potrero. Adicionalmente, existen en el ejido plantaciones de la especie, ubicadas en los solares; y árboles sembrados esporádicamente en los linderos de los potreros de algunos ejidatarios, como parte de las cercas vivas de *B. simaruba*. Independientemente de su origen, silvestre o cultivado, para el análisis biológico de la propuesta se compararon las respuestas de los individuos de *P. dioica* ante las condiciones de la calidad de sitio del área en la que se encontraban. De tal manera que los individuos se agruparon como individuos que crecen “dentro” de la selva y como individuos que crecen “fuera” de la selva, en las áreas manejadas. Esta última categoría incluye los individuos tolerados en los potreros, los que se encuentran en las plantaciones monoespecíficas de los solares, y los sembrados esporádicamente en los linderos de los potreros.

Modelación del crecimiento

Para la modelación de crecimiento de *Pimenta dioica* se emplearon los datos de crecimiento medidos anteriormente por Anguiano-Martínez (2002) para la especie en la zona de estudio. Los datos reportados incluyen las mediciones de 74 individuos muestreados en un área de 575 hectáreas, en zonas de bosque primario, secundario y pasturas en el ejido Laguna Escondida y sus alrededores (Tabla 4.1). En cada individuo se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) en marzo de 1997 y en abril de 1999. La predicción del crecimiento se llevó a cabo empleando el método PL Model (Piecewise Linear Model), ya que *P. dioica* es una especie tropical, con la que no se pueden llevar a cabo las mediciones tradicionales, pues no forma anillos en el tronco. El método PL Model (Piecewise Linear Model) se usa para predecir el crecimiento de los árboles tropicales a largo plazo. Usa como datos de entrada las mediciones del incremento anual del diámetro del tronco, en una muestra representativa del rango de diámetros de la población estudiada. A partir de estos datos, el modelo establece por medio de una regresión en segmentos lineales una relación empírica entre el diámetro y el logaritmo natural del crecimiento relativo. Matemáticamente, el modelo convierte esta relación en la curva promedio del crecimiento del diámetro en función de la edad. La curva de crecimiento obtenida por medio del PL es específica para la población estudiada, refleja la

respuesta determinada por las características genéticas y por las condiciones específicas del sitio de crecimiento de cada individuo muestreado, y además, es sensible a las condiciones climáticas predominantes durante la época del muestreo (el software del PL Model se puede obtener en la página <http://sciweb.nybg.org/science2/FieldResearch.asp>) (Ricker and Del Rio, 2004).

La curva promedio de crecimiento obtenida para la población reportada por Anguiano-Martínez (2002) fue ajustada teniendo en cuenta los datos del incremento anual del DAP calculados para los individuos de edad conocida, gracias a que sus dueños recordaban el año de siembra para cada uno (Tabla 4.2). Estos individuos fueron muestreados en los potreros y plantaciones del ejido, como parte del censo de los individuos de *P. dioica* que se explica a continuación. El incremento de diámetro anual en esta muestra se calculó dividiendo para cada individuo el DAP medido durante el muestreo por su número de años. Adicionalmente, los datos de la curva ajustada fueron desplazados de su origen, de acuerdo al valor de DAP promedio inicial observado en los individuos de la siembra de la parcela demostrativa. Finalmente, los datos que constituyen la curva de crecimiento promedio esperada para los individuos que crecen *fuera* de la selva se reportan en la tabla 4.3.

Evaluación del efecto de la calidad del sitio en la variación morfológica de los individuos

Para la evaluación del efecto de la calidad del sitio en la variación morfológica de los individuos, en junio y julio del año 2005 se llevó a cabo un censo de los individuos de *P. dioica* en Laguna Escondida y sus alrededores (Tabla 4.4). En cada individuo se midieron las variables de altura, DAP y área de cobertura de la copa. Cuando los individuos tenían más de un tronco principal, se calculó el DAP promedio del número total de ejes. La muestra obtenida está compuesta por la totalidad de los individuos encontrados en los lugares de abastecimiento y por una muestra de 10 individuos tomada al azar en cada una de las plantaciones más viejas. En total la muestra incluye 129 individuos adultos (20 individuos de las plantaciones más viejas, 52 silvestres encontrados en la selva, 13 individuos tolerados en los potreros y 44 individuos plantados en potreros y linderos) (Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Sitios de muestreo para la evaluación del efecto de la calidad del sitio en la variación morfológica de los individuos de *Pimenta dioica* en el ejido Laguna Escondida y sus alrededores. (a) Lugares de abastecimiento de los recolectores de pimienta de Laguna Escondida. (b) Plantaciones más viejas de la región. Actualmente áreas de propiedad privada a las que los recolectores del ejido no tienen acceso.

Lugar	Nombre del lugar de muestreo	Sistema de producción	Estrategia de manejo	Origen de los individuos
1	(a) Selva del Pedregal	Selva	Ninguna	Silvestres
2	(a) Plantación de Don Juan	Área manejada	Plantación joven	Plantados
3	(a) Lindero del Potrero de Domingo	Área manejada	Lindero de potrero	Plantados
4	(b) Plantación La Palma	Área manejada	Plantación vieja	Plantados
5	(b) Plantación de Rafael Gracia	Área manejada	Plantación vieja	Plantados
6	(a) Potrero de la Escuela de Balzapote	Área manejada	Potrero con árboles tolerados	Tolerados
7	(a) Potrero cerca de la Palma	Área manejada	Potrero con árboles tolerados	Tolerados
8	(a) Potrero de Ricardo Palacios	Área manejada	Potrero con árboles tolerados	Tolerados

La medición de la altura se estimó empleando un clinómetro (marca Sunto). Para el cálculo del DAP se midió el perímetro del tronco de los árboles empleando una cinta métrica, esta medición se tomó a una altura aproximada de 1.50 m del suelo. Para la estimación de la cobertura de la copa se llevaron a cabo cuatro mediciones a partir del tronco del árbol, cada una de ellas dirigida hacia cada uno de los puntos cardinales. Posteriormente se sumaron por una parte las mediciones dirigidas del tronco hacia el norte y del tronco hacia el sur, y por otra parte las mediciones dirigidas del tronco hacia el este y del tronco hacia el oeste. Luego se aplicó la fórmula para la elipse ($\pi/4 \times \text{diámetro mayor} \times \text{diámetro menor}$).

También para la evaluación de la variación morfológica de los individuos entre los diferentes sistemas de producción, entre junio – julio de 2005 se estimó el tamaño de la cosecha de los árboles de *Pimenta dioica*. Esta estimación se llevó a cabo haciendo un muestreo en las plantaciones más viejas de la región y en los lugares de abastecimiento de donde los recolectores de pimienta de Laguna Escondida obtienen la cosecha de los frutos para su venta. Dichos lugares se encuentran en la selva de la zona de uso común del ejido, en las plantaciones que se encuentran en las parcelas del ejido, en los potreros ubicados al margen de la carretera Catemaco – Montepío, y al margen del camino que

conduce al poblado vecino de Balzapote. En total se cosecharon 24 árboles y para cada uno se registraron los datos de edad, rendimiento de la cosecha (Kg), esfuerzo de cosecha y técnica empleada (Tabla 4.6).

Para identificar diferencias en los promedios de la altura de las plantas, el DAP del tronco, la cobertura de la copa y el tamaño de la cosecha de los individuos, se compararon los individuos encontrados *dentro* de la selva con los individuos encontrados *fuera* de la selva - en las áreas manejadas -. Para esto se empleó la prueba de chi cuadrada (X^2).

Evaluación de la incidencia de *P. dioica* en el cambio de las condiciones ambientales bajo su copa

Para evaluar la incidencia de *P. dioica* en el cambio de las condiciones ambientales bajo su copa se midieron las variables de humedad, temperatura y materia orgánica del suelo; y las variables de humedad y temperatura del ambiente, comparando las condiciones del área bajo la copa de las pimientas adultas, remanentes en los potreros, con las condiciones de un área cercana de potrero expuesto.

Para la valoración de humedad, temperatura y materia orgánica del suelo, se seleccionó una muestra de 22 árboles adultos, remanentes, en los potreros de los alrededores del ejido. Las mediciones de humedad y temperatura se tomaron en una submuestra de 14 árboles, a nivel de la superficie del suelo, haciendo una lectura por punto de muestreo, empleando un termómetro / higrómetro (marca Oakton). Estas mediciones se llevaron a cabo bajo la copa de cada árbol, a un metro de distancia del tronco, y en un punto en un área de potrero expuesto, a 15 metros de distancia del tronco del mismo árbol (Tabla 4.7). Para todos los puntos de muestreo (N=22) se tomaron muestras de suelo, empleando tubos de PCV de 380 cm³. En estas muestras se midió el peso fresco y posteriormente fueron secadas en el horno del Laboratorio de Biogeoquímica Terrestre y Clima del instituto de Ecología de la UNAM. Por último se midió en ellas el peso seco y en este mismo laboratorio se aplicó el test de Walkley y Black para la determinación del porcentaje de materia orgánica (Tabla 4.8).

Para la medición de temperatura y humedad del ambiente se seleccionaron cuatro árboles adultos, remanentes, en un potrero del ejido Laguna Escondida, en la parcela número 16 del mapa de Registro Agrario Nacional (Figura 2.5). Las mediciones se tomaron a un metro de la superficie del suelo, cada hora, durante un mes, empleando ocho data loggers HOBO Pro RH/temp. Estas mediciones se llevaron a cabo bajo la copa de cada árbol, a un metro de distancia del tronco, y en un punto en un área de potrero expuesto, a 15 metros de distancia del tronco del mismo árbol. La base de datos de estas mediciones no está incluida en el documento impreso debido al volumen de registros, pero sí está incluida en el CD de la copia digital).

Para identificar diferencias en los promedios de humedad, temperatura y materia orgánica del suelo; y de humedad y temperatura del ambiente, se compararon las condiciones del área bajo la copa de las pimentas adultas, con las condiciones del área cercana de potrero expuesto, por medio de la prueba de chi cuadrado (X^2).

Establecimiento de la parcela demostrativa

Por último, entre las parcelas del ejido se seleccionó una que constituye la que más se aproxima a las características de manejo de la parcela promedio de Laguna Escondida, analizada en el capítulo 3. La parcela seleccionada fue la número 12 del mapa de Registro Agrario Nacional (Figura 2.5), de propiedad de Domingo Velasco. Esta parcela tiene 14.9 hectáreas y un perímetro de 1,666 m. En ella se llevó a cabo la siembra de la parcela demostrativa de la propuesta de linderos de uso comercial, empleando la especie arbórea *P. dioica*. Con base en el comportamiento de esta parcela se construyó el escenario hipotético a partir del cual se llevó a cabo el análisis de sobrevivencia de la especie en condiciones de potrero, y el análisis de la valoración económica de la propuesta.

El 42% de las plantas para la siembra de esta parcela se obtuvo a partir de una recolección de 200 semillas, realizada en agosto del 2003 en las áreas de selva de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, y en las zonas de uso común del ejido Laguna Escondida. El otro 58% se obtuvo de una donación que hizo el vivero “El Maduro” al proyecto (Tebanca, Veracruz).

Las semillas fueron despulpadas, lavadas y sembradas inmediatamente después de la recolección. La siembra se llevó a cabo en 40 bolsas llenas con suelo de la selva, las cuales se mantuvieron en condiciones de vivero y con riego ocasional, durante un año, en el ejido Laguna Escondida. Las plantas donadas por el vivero se obtuvieron a partir de semillas recolectadas en los mismos lugares y fueron mantenidas en las mismas condiciones que las plantas sembradas, pero a diferencia de las últimas, fueron sembradas con tierra de potrero (Carrasco, 2004).

Un año después, en noviembre de 2004, se delimitó el área de siembra a lo largo de 720 m del perímetro de la parcela seleccionada (360 m en la cerca este y 360 m en la cerca oeste de la parcela). Para esto, se estableció una cerca a un metro de distancia de la cerca viva ya existente. Esta nueva cerca se elaboró con 400 postes muertos y con tres líneas de alambre de púas. Los postes fueron obtenidos de los árboles de las áreas de uso común del ejido, y se ubicaron en la cerca cada dos metros uno de otro, para la protección de las plántulas y la exclusión del ganado. En el área comprendida entre la cerca viva y la nueva cerca se limpió el pasto en un círculo de 1m de diámetro, cada seis metros, con el fin de evitar la competencia de los individuos de *P. dioica* con el pasto. En ésta área se sembraron 120 plantas de la especie, de un año de edad, teniendo en cuenta que al sembrar las plantas a seis metros de distancia la una de otra, se logra la máxima densidad de siembra recomendada para la especie (INA, 1997). Las plantas fueron sembradas en la parcela de manera diferenciada, 50 fueron sembradas en el lindero este y 70 en el lindero oeste de la parcela. Las plantas sembradas en el lindero oeste provenían del vivero “El maduro” y las plantas sembradas en el lindero este fueron las obtenidas en Laguna Escondida. Durante el tiempo de las observaciones el área de siembra fue chapeada dos veces al año. Los costos del establecimiento y el costo de mantenimiento anual de esta parcela demostrativa se reportan en la Tabla 4.9.

Posteriormente, en abril del 2005 y en octubre del 2005 se evaluó la sobrevivencia de las plantas sembradas y se midió su crecimiento en altura. Estos datos fueron empleados para determinar la respuesta de la especie a la siembra en las condiciones ambientales y de disturbio que caracterizan los potreros de ganadería (Tabla 4.10).

Resultados

Modelación del crecimiento

Los datos del incremento de diámetro anual de *P. dioica* reportados por Anguiano – Martínez (2002) incluyen las mediciones de 65 individuos que crecen *dentro* de la selva y de nueve individuos que crecen *fuera*, tolerados en los potreros (Tabla 4.1). El promedio del incremento del diámetro esperado para ésta población estadística es de 0.31 cm por año. Sin embargo, los pocos los datos disponibles para la muestra de los individuos que crecen *fuera* de la selva (13% de la muestra), hacen que el valor promedio del incremento obtenido represente principalmente el comportamiento de los individuos que crecen en condiciones de selva. Al comparar este dato con el incremento de diámetro promedio de 0.93 cm por año, calculado para los individuos muestreados de edad conocida, todos ellos encontrados en plantaciones y potreros (Tabla 4.2), es posible determinar que los individuos de *P. dioica* que se encuentran *fuera* de la selva crecen tres veces más rápido que los individuos que se encuentran *dentro*.

Al modelar la curva de crecimiento para la especie, los pocos datos de la muestra de los individuos que viven “*fuera*”, no permitieron diferenciar las respuestas de crecimiento de los individuos ante las distintas condiciones de calidad de sitio, de *dentro* y *fuera* de la selva, al emplear el PL Model. Por este motivo solamente se seleccionó la muestra de individuos que crecen *dentro* de la selva (N=65) para correr el modelo. Adicionalmente, la muestra de Anguiano – Martínez (2002) ofrece pocos datos para individuos con diámetros pequeños, y por este motivo para la modelación se fijó un diámetro inicial, irreal, de valor cero, y se asumió que la etapa inicial de crecimiento relativo de los individuos de *P. dioica* es del 100%.

La función de regresión lineal del crecimiento relativo al DAP, del rango de diámetros de los individuos de la muestra, organizados de menor a mayor, se observa en la Figura 4.1. Los dos segmentos en la gráfica, diferenciados por sus pendientes, hacen evidentes las variaciones en la curva de crecimiento en diferentes etapas de desarrollo. Cada segmento representa una curva sigmoide propia de la relación diámetro – edad.

La primera etapa de desarrollo con crecimiento relativo (CR) claramente diferenciado en la regresión, se presenta durante el tiempo en el que los individuos presentan diámetros entre los 5.18 y los 8.24 cm ($\text{Ln}(\text{CR})_1 = -0.4997149745$ (diámetro)). La segunda etapa ocurre a partir de que los individuos alcanzan los 8.24 cm de diámetro y se extiende hasta que logran su máximo desarrollo a los 66.90 cm, que es el valor máximo de DAP reportado por Anguiano – Martínez (2002) para los individuos de la especie que se encuentran en la selva de Laguna Escondida ($\text{Ln}(\text{CR})_2 = -3.9049 + (-0.0257259089)$ (diámetro)).

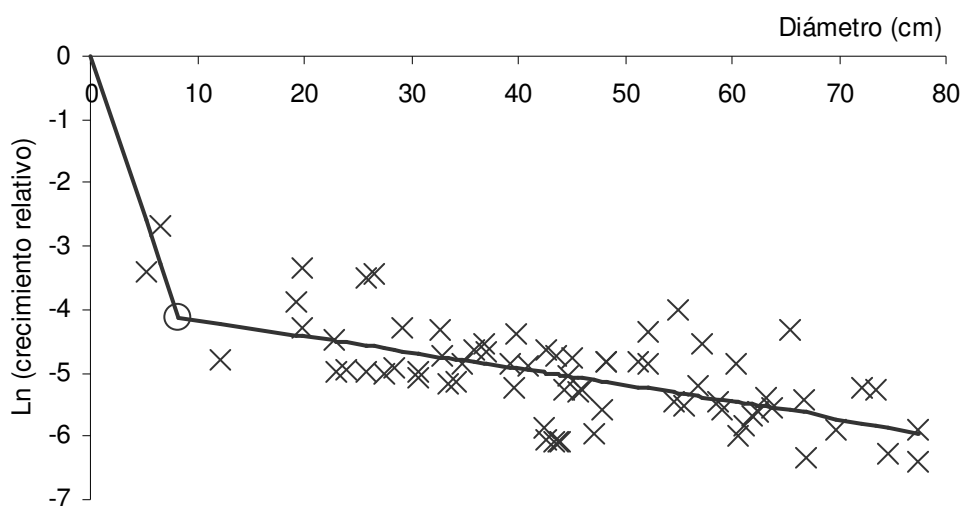


Figura 4.1. Regresión lineal por segmentos obtenida a partir de los datos del incremento de diámetro de la muestra de individuos de *Pimenta dioica* que se encuentran en la selva de Laguna Escondida, reportados por Anguiano – Martínez (2002). N= 65, incremento del diámetro anual esperado para la muestra = 0.30 cm. Punto de quiebre = 8.24 cm.

A partir de la derivación de las ecuaciones de la función de regresión lineal del crecimiento relativo al DAP, el PL Model obtuvo la función matemática que permitió establecer la relación de edad – diámetro para los individuos de de *P. dioica* de la muestra estudiada. La gráfica de esta función constituye la curva de crecimiento promedio esperada para los individuos de la especie que crecen en condiciones de selva, en Laguna Escondida (Figura 4.2). La elaboración de esta misma curva para los individuos que crecen *fuera* de la selva en el ejido, se llevó a cabo a partir del ajuste de la curva inicial, con base en los valores de incremento anual calculados para los individuos

de edad conocida que crecen “fuera” de la selva en el área de estudio (Tabla 4.2). Como resultado se obtuvo una curva de crecimiento promedio esperado acelerada tres veces la curva original. Adicionalmente, con base en el diámetro inicial promedio observado en los individuos sembrados en la parcela demostrativa (0.42 cm de DAP al año de edad), la curva acelerada fue desplazada desde su origen en 4.61 unidades por dato, hasta obtener la curva definitiva que se presenta en la figura 4.3.

Para los individuos de *Pimenta dioica* que crecen fuera de la selva en Laguna Escondida, la curva de proyección del crecimiento del diámetro en función de la edad es inicialmente sigmoideal, con pendiente positiva. Presenta un rápido crecimiento en la etapa inicial del desarrollo de los individuos, el cual se mantiene hasta que estos alcanzan al rededor de los 8.24 cm de diámetro, a los 6 años de edad. Durante esta primera etapa se observa la presencia de un punto de inflexión que marca una disminución en la aceleración del crecimiento cuando los individuos alcanzan al rededor de los 2 cm de diámetro, al año y medio de edad. Este cambio puede responder a fenómenos propios de la biología del establecimiento de la especie. El límite de esta primera etapa de desarrollo coincide con el tiempo en el que se observó que los individuos de *P. dioica* inician su etapa reproductiva, en condiciones de potrero.

La segunda etapa de desarrollo está representada por la segunda curva de crecimiento que se presenta después del punto de quiebre (8.24 cm de diámetro, 6 años de edad) e indica que los individuos de la especie van disminuyendo su crecimiento relativo con el tiempo. El crecimiento en esta etapa se manifiesta como una nueva curva sigmoideal con un punto de inflexión al rededor de los 38.9 cm de diámetro, cuando los individuos alcanzan una edad aproximada de 60 años; la cual coincide con los datos reportados por los ejidatarios, recolectores de pimienta, sobre el fin de la etapa reproductiva de los individuos de la especie.

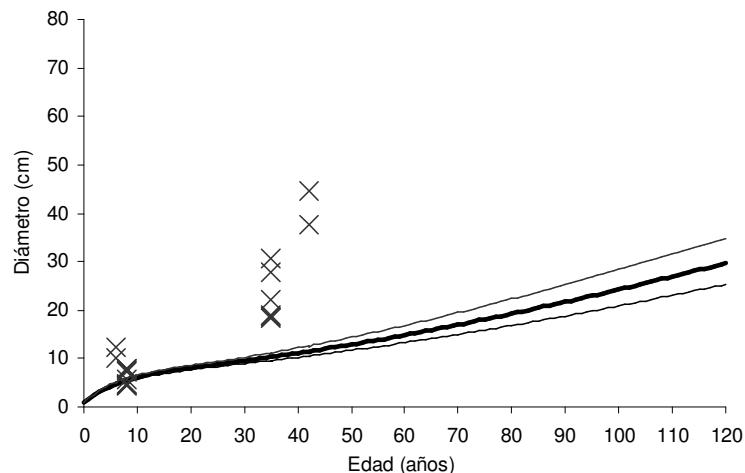


Figura 4.2. Curva de crecimiento promedio esperada para los individuos de *P. dioica* que crecen *dentro* de la selva en Laguna Escondida, obtenida a partir de los datos de incremento del diámetro anual, reportados por Anguiano – Martínez (2002). N= 65, incremento del diámetro anual esperado para la muestra = 0.30 cm. X = datos del incremento del diámetro anual calculado para los individuos de edad conocida, que crecen *fuera* de la selva en el ejido. Estos últimos datos obtenidos a través del censo de los individuos de *P. dioica* presentes en Laguna Escondida (2005). En la figura también se observan las curvas de confianza (curva promedio +/- 5%).

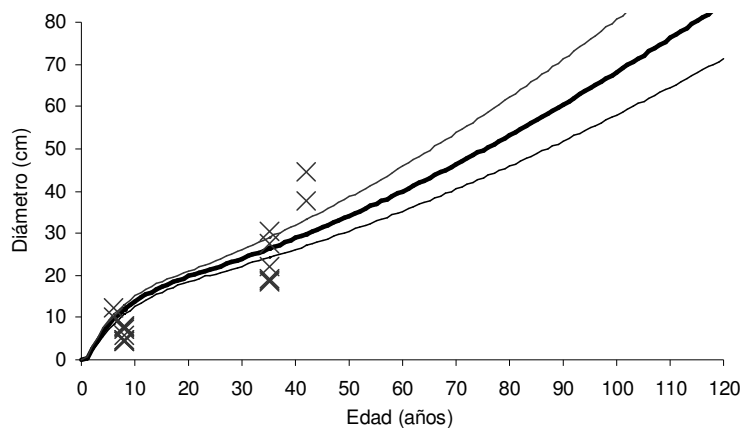


Figura 4.3. Curva de crecimiento promedio esperada para los individuos de *P. dioica* que crecen *fuera* de la selva en Laguna Escondida, obtenida a partir del ajuste de la curva de crecimiento de los individuos que se encuentran *dentro* de la selva en el ejido (Figura 4.2). Incremento de diámetro anual promedio esperado para los individuos que se encuentran *fuera* de la selva = 0.96 cm, Aceleración de la curva original = 3. Diámetro observado para el primer año de siembra de los individuos de *P. dioica* en la parcela demostrativa = 0.42 cm, Desplazamiento de la curva

acelerada = 4.61 cm por dato. En la figura también se observan las curvas de confianza (curva promedio +/- 5%).

Modelación del rendimiento de cosecha de *Pimenta dioica*

La evaluación del rendimiento de cosecha se llevó a cabo por medio de la participación en las jornadas de recolección y con base en las observaciones hechas en los individuos reproductivos, mayores de 6 años, muestreados durante el censo realizado en Laguna Escondida en 2005 (N=24) (Tabla 4.6). Durante las jornadas de recolección las técnicas empleadas por los recolectores para llevar a cabo la cosecha de pimienta incluyeron:

- Las formas de acceso a la copa de los árboles, desde la cual el recolector corta las ramas que llevan las infrutescencias. En la mayoría de los casos este acceso se logró por medio de la escalada de los troncos y el mantenimiento del equilibrio en las ramas más gruesas, por parte del recolector; y en pocas ocasiones por medio del uso de escaleras. Una vez que el recolector corta las ramas, las deja caer al suelo y luego las recoge para su posterior separación.
- Las formas de separación de los frutos de las infrutescencias, que en la mayoría de los casos incluyeron la separación manual de los frutos, infrutescencia por infrutescencia; y en pocas ocasiones la separación de los frutos golpeando las ramas cosechadas con una vara, sobre un costal. Si bien esta última técnica es más rápida, también daña los frutos y disminuye el rendimiento de cosecha, por pérdida de agua.

Como resultado de éstas jornadas se observó que el total de la cosecha de pimienta para 2005 en Laguna Escondida fue de 351.4 kg de frutos. Según los datos, los recolectores de pimienta pueden cosechar entre 1.0 y 60.0 kg por árbol, pero el promedio de cosecha de este año por árbol adulto fue de 14.6 kg de frutos.

La regresión lineal entre el diámetro y el rendimiento de cosecha observados para los individuos de la muestra, determinó que entre las dos variables existe una relación débil, y que las características del diámetro determinan solo un 2.0 % de la variación del rendimiento de cosecha observado ($r = 0.37$; $R^2 = 0.14$). Por lo que el rendimiento de cosecha esperado para los árboles de *P. dioica* del ejido no puede predecirse

directamente por las características observadas en el diámetro del tronco de los individuos (Figura 4.4).

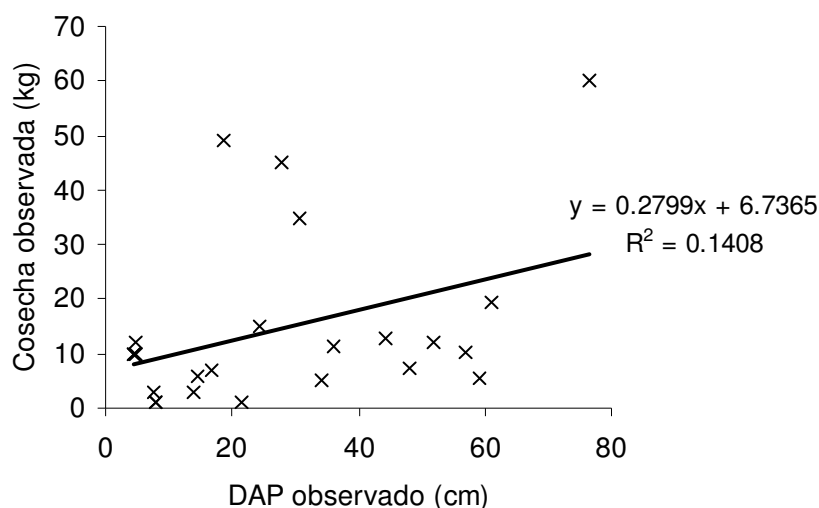
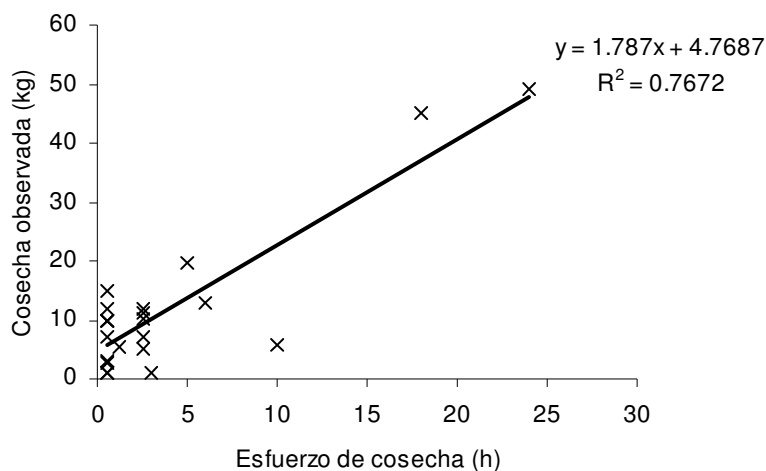


Figura 4.4. Regresión lineal entre el diámetro y el rendimiento de cosecha observados para los individuos reproductivos de *Pimenta dioica* en Laguna Escondida (2005). Individuos muestreados como parte del censo de la especie en el ejido (2005). N= 24, r = 0.37.

Por otra parte, de acuerdo a las observaciones de campo, las condiciones de dificultad de acceso a las áreas en las que se encuentran los árboles, la presencia de vegetación circundante, la heterogeneidad del terreno, las características de la arquitectura de los individuos, la técnica de cosecha empleada y la habilidad del cosechador, son aspectos que determinan el esfuerzo de cosecha invertido para cada árbol y el porcentaje de frutos que logran ser removidos de la copa. El esfuerzo de cosecha se refleja en la cantidad de tiempo invertido por persona, por individuo de pimienta, para la recolección de frutos. Durante las jornadas de recolección se observó que en los árboles que presentan condiciones difíciles de cosecha, aproximadamente un tercio de la oferta de frutos de la copa no pudo ser recolectada.

La regresión lineal entre el esfuerzo de cosecha invertido por individuo y el rendimiento de cosecha observado, permitió identificar que entre las dos variables existe una estrecha relación, y que el esfuerzo de cosecha invertido explica un 59.2% de la variación del rendimiento de cosecha observado ($r = 0.88$; $R^2 = 0.77$). Por lo que el rendimiento de

cosecha esperado para los individuos de *P. dioica* del ejido depende principalmente del esfuerzo de cosecha invertido para la recolección de los frutos en cada uno, y este esfuerzo depende a su vez de las condiciones de cosecha que presenta cada árbol (Figura 4.5).



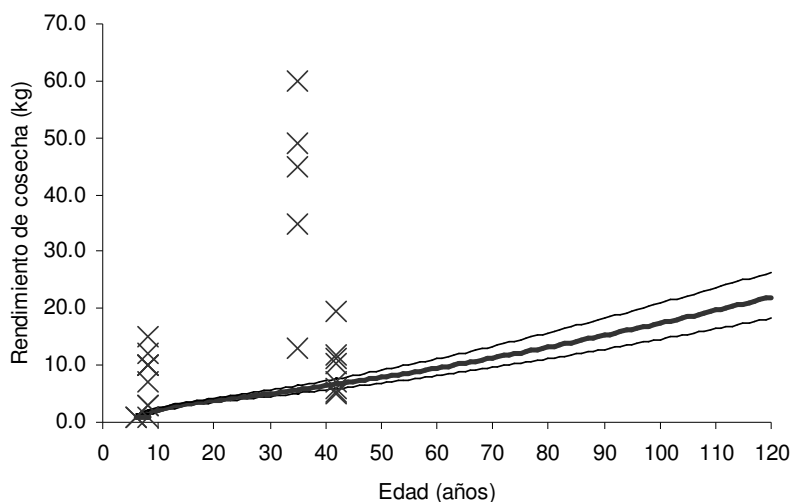


Figura 4.6. Curva de rendimiento de cosecha promedio esperada para los individuos de *P. dioica* de Laguna Escondida, obtenida a partir de la curva de crecimiento promedio de los individuos que se encuentran *fuera* de la selva en el ejido (Figura 4.3), y a partir de la relación alométrica establecida entre el diámetro (DAP) y el rendimiento de cosecha (kg) ($y = 0.2799X + 6.7365$) (Figura 4.4). Curva original desplazada -8.42 unidades de su origen de acuerdo al rendimiento de cosecha promedio inicial (un kg por árbol), cosechado en individuos de seis años de edad. La gráfica muestra la curva promedio $\pm 5\%$ del intervalo de confianza y los datos de rendimiento de cosecha conocidos para los individuos de la tabla 4.2.

Evaluación del efecto de la calidad del sitio en la variación morfológica de los individuos

La evaluación del efecto de la calidad de sitio de crecimiento, de *dentro* o *fuera* de la selva, en la variación morfológica observada en los individuos de *P. dioica* de Laguna Escondida se llevó a cabo en una muestra de 129 árboles, seleccionados al azar, que componen el censo de los individuos de la especie encontrados en el ejido y sus alrededores en 2005 (Tabla 4.4). Las diferencias observadas en el promedio y el error estándar del diámetro (DAP), altura (m), cobertura de la copa (m^2) y rendimiento de cosecha (kg) entre los individuos que crecen *dentro* de la selva y de los individuos que crecen *fuera* de la selva se observan en la figura 4.7.

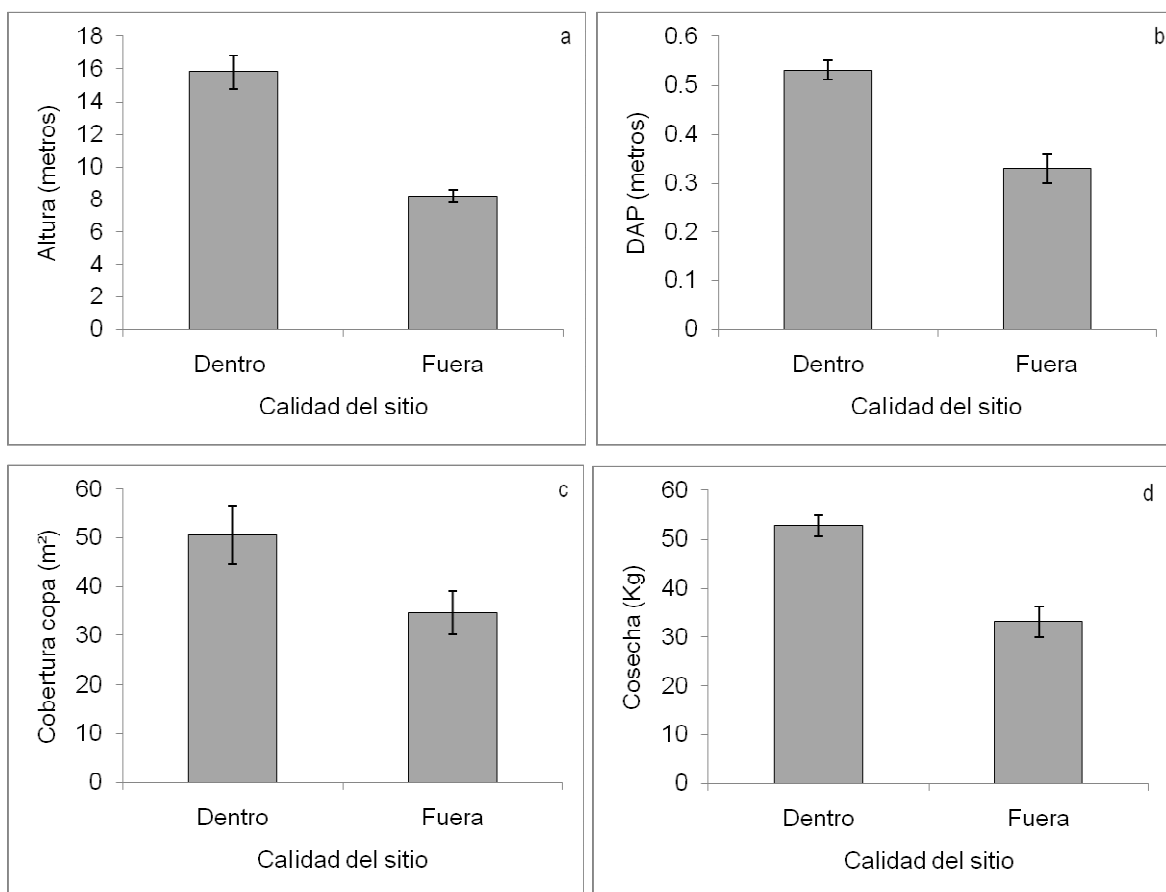


Figura 4.7. Variación morfológica y del rendimiento de cosecha de *Pimenta dioica* (promedio \pm Error Estándar) de acuerdo a la calidad del sitio de crecimiento. Dentro (árboles encontrados *dentro* de la selva) y Fuera (árboles encontrados *fuera* de la selva, en potreros y plantaciones). (a) altura de los árboles en metros, (b) Diámetro del tronco en DAP, (c) Cobertura de la copa en metros cuadrados y (d) Tamaño de la cosecha de los frutos de los árboles de *Pimenta dioica* en Kg.

En la figura 4.7 la comparación de los promedios de todas las variables (altura, cobertura, DAP y rendimiento de cosecha) permite identificar que los individuos que se encuentran *dentro* de la selva de Laguna Escondida tienen mayores dimensiones y mayor rendimiento de cosecha que los individuos que se encuentran *fuera* de la selva, en las áreas de potreros y plantaciones. La prueba de chi cuadrada confirmó que estas diferencias son estadísticamente significativas para todos los casos: Altura ($X^2=543.17$, $gl=1$, $P<0.001$, Figura 4.7 a). DAP ($X^2=23.26$, $gl=1$, $P<0.05$, Figura 4.7 b). Cobertura ($X^2=3375.38$, $gl=1$, $P<0.001$, Figura 4.7 c). Rendimiento de cosecha ($X^2=2326.2$, $gl=1$, $P<0.001$, Figura 4.7 d).

Estos resultados están relacionados con los datos reportados sobre la historia de transformación del uso del suelo del ejido (Capítulo 2), que indican que para la mayor parte del área parcelada de Laguna Escondida la deforestación de la selva incluyó como práctica común la quema total de la vegetación tumbada; y que la tolerancia de los árboles en los potreros del ejido se dio como resultado de la regeneración de los mismos en las áreas transformadas, después de la quema, hace alrededor de 40 años. De acuerdo a esta información, las muestras de árboles de *dentro* y *fuera* de la selva incluyen individuos con rangos de edades diferentes, pues es posible asegurar para la mayoría de los individuos que crecen en los potreros y plantaciones del ejido, que su edad es menor de 40 años; mientras que para la muestra de los árboles que crecen *dentro* de la selva se incluyen individuos adultos de todas las edades posibles para la especie.

Al comparar los promedios de las variables (altura, diámetro, cobertura de la copa y rendimiento de cosecha) entre las parcelas de muestreo, se observan diferencias estadísticamente significativas en todos los casos, demostrando que hay un efecto de la calidad de sitio, a nivel de parcela, para todas las variables observadas. Altura ($X^2=1625.518$, $gl=11$, $P<0.001$, Figura 4.8 a). DAP ($X^2=73.80$, $gl=11$, $P<0.001$, Figura 4.8 b). Cobertura ($X^2=8925.77$, $gl=11$, $P<0.001$, Figura 4.8 c). Rendimiento de cosecha ($X^2=7380.13$, $gl=11$, $P<0.001$, Figura 4.8 d).

En la figura 4.8 la diferencia en la respuesta del diámetro (4.8 b) y el rendimiento de cosecha (4.8 d) que se observa entre las parcelas de *dentro* y *fuera* de la selva corrobora la heterogeneidad de las etapas de desarrollo de los individuos muestreados *fuera* de la selva, en potreros y plantaciones (barras grises). La mayor homogeneidad en las etapas de desarrollo de los individuos muestreados *dentro* de la selva (barras blancas) sugiere un sesgo de muestreo en este sitio, que responde a la dificultad que hubo para encontrar individuos de *P. dioica* en etapas tempranas de adultez. La muestra de los individuos de *dentro* de la selva está compuesta principalmente por individuos adultos muy desarrollados, conspicuos y fácilmente identificables entre vegetación del lugar.

Entre las parcelas de la muestra de *fuera* de la selva, la parcela nueve representa el comportamiento de los individuos más jóvenes del muestreo, individuos de seis años de edad, sembrados esporádicamente en los linderos de un potrero de ganadería de Laguna

Escondida; mientras que las parcelas 10 y 11 representan el comportamiento de los individuos más desarrollados de este muestreo, individuos de 35 años de edad, sembrados como parte de las plantaciones más viejas de la región – Plantación “La Palma”, y la plantación de propiedad de Rafael Gracia, ubicada cerca a la vereda de Las Animas – (Figura 4.8).

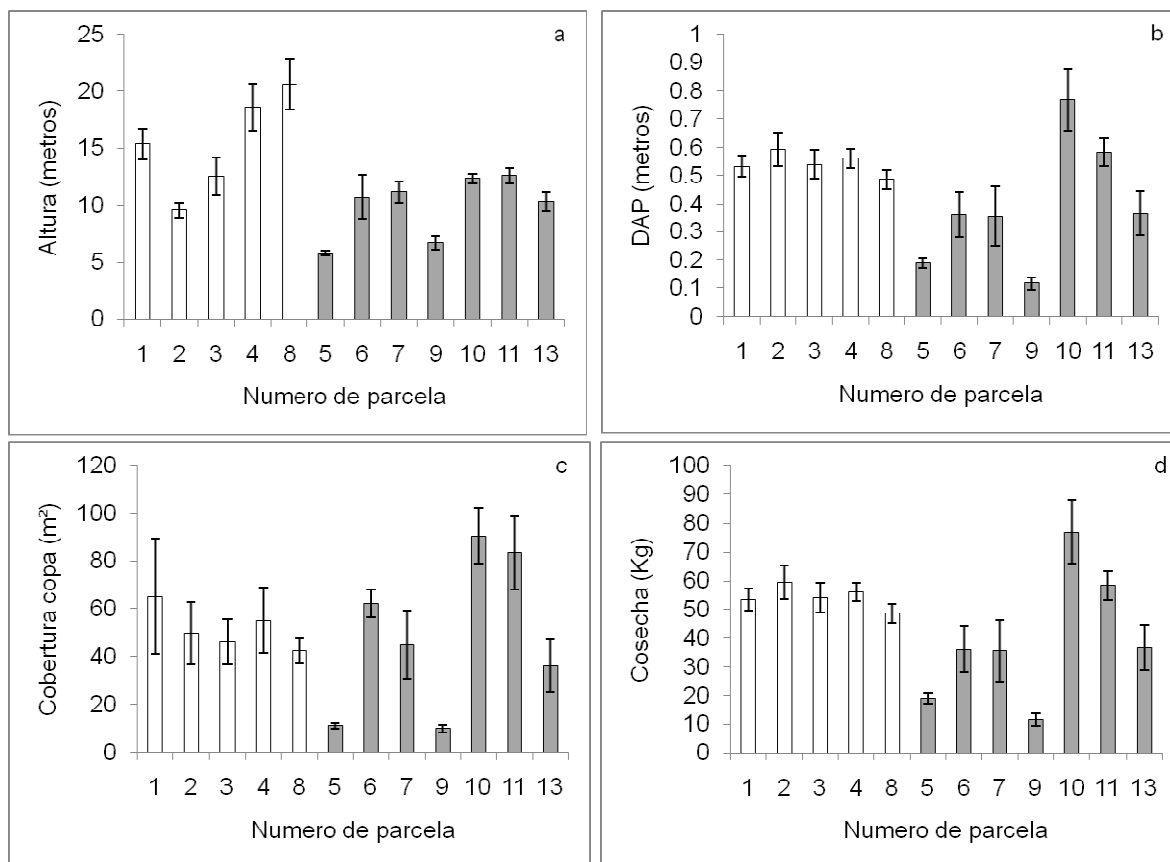


Figura 4.8. Variación morfológica y del rendimiento de cosecha de *Pimenta dioica* (promedio \pm Error Estándar) entre parcelas y de acuerdo a la calidad del sitio de crecimiento. Las barras blancas corresponden a los árboles encontrados *dentro* de la selva y las barras grises los árboles *fuera* de la selva, en potreros y plantaciones. (a) Altura de los árboles en metros, (b) Diámetro en DAP (c) Cobertura de la copa en metros cuadrados y (d) Rendimiento de la cosecha de los árboles de *Pimenta dioica* en Kg.

Por otra parte, las diferencias del promedio de altura entre las parcelas indicó que el comportamiento de esta variable depende de las características del lugar en el que se ubica la parcela (Figura 4.8 a). Estas características están relacionadas con los aspectos

que determinan la ubicación topográfica, la exposición climática y las características del suelo del sitio.

En el caso de la cobertura de la copa, las diferencias observadas entre los errores estándar indican que el comportamiento de esta variable depende de las condiciones más puntuales de la calidad del sitio en el que se ha establecido cada individuo al interior la parcela (Figura 4.8 c). Estas condiciones pueden estar determinadas por la competencia de los individuos por los recursos de luz, humedad y nutrientes, entre otros.

En síntesis, la altura de los individuos varía de acuerdo a las condiciones que determinan la ubicación topográfica, la exposición climática y las características del suelo del sitio. La cobertura de la copa es la variable más sensible las características del sitio de crecimiento que determinan la competencia de los individuos por recursos. Y las diferencias observadas en la respuesta del DAP y el rendimiento de cosecha se relacionan con las diferencias de calidad de sitio entre *dentro* y *fuera* de la selva, pero estas diferencias tienen como sesgo de muestreo la diferencia en el rango de edades de los individuos de cada sub-muestra y la dificultad de la selección de un amplio rango de estados de desarrollo en los individuos de *dentro* de la selva. Sin embargo, a esta misma dificultad se enfrentan los recolectores de pimienta y por consiguiente los resultados indican que los recolectores cuentan con un mayor rango de posibilidades de cosecha en los individuos de *fuera* de la selva, y con un rango de posibilidades restringidas de cosecha entre los individuos de *dentro* de la selva.

Evaluación de la incidencia de *P. dioica* en el cambio de las condiciones ambientales bajo su copa

La evaluación de la incidencia de *P. dioica* en el cambio de las condiciones ambientales bajo su copa se llevó a cabo analizando las condiciones de calidad del microclima y las condiciones de la calidad del suelo que se encuentran bajo el área de influencia de la copa de los individuos de la especie.

Para el estudio de la calidad del suelo se llevaron a cabo 14 observaciones pareadas, bajo la copa de individuos adultos, tolerados en los potreros, y en sus respectivas áreas

de potrero adyacentes, como se explicó en los métodos. Para cada una de estas observaciones se registraron los datos de densidad aparente (gcm^3/cm^3) y humedad del suelo, y los datos de temperatura y humedad relativa a nivel de la superficie (Tablas 4.7 y 4.8). Adicionalmente, a partir de las muestras obtenidas se evaluó el contenido de materia orgánica para cada sitio.

La figura 4.9a permite observar que el suelo que se encuentra bajo la copa de los individuos de *P. dioica* tiene una densidad aparente menor ($112 \text{ g} / 380 \text{ cm}^3$; $0.29 \text{ g} / \text{cm}^3$) que el suelo que se encuentra en el potrero en condiciones expuestas ($132 \text{ g} / 380 \text{ cm}^3$; $0.35 \text{ g} / \text{cm}^3$). Esta diferencia es estadísticamente significativa ($X^2=28.75$, $gl=1$, $P<0.001$, Figura 4.9 a) y se presenta como resultado del efecto favorable que tiene *P. dioica* en la reversión de tendencia de compactación causada por la presencia del ganado en los potreros.

En cuanto al porcentaje de humedad relativa del suelo, la figura (4.9b) permite visualizar que el suelo bajo la copa presenta un mayor porcentaje de humedad relativa (19.7% HR) que el suelo del potrero en condiciones expuestas (18.7 % HR); y aunque la diferencia entre un sitio y otro solo es del 1% HR, la prueba de chi cuadrada corroboró que esta diferencia es estadísticamente significativa ($X^2=65.03$, $gl=1$, $P<0.001$, Figura 4.9 b). La mayor humedad relativa del suelo bajo la copa se debe a la menor incidencia que tienen los rayos del sol en ésta área, y en consecuencia a la menor evapotranspiración, causada gracias a la presencia de la copa del árbol (Guariguata y Kattan, 2002).

En cuanto a las características del microclima que se presenta en los dos sitios estudiados, a nivel de la superficie del suelo, se observó que la temperatura promedio de la superficie es menor bajo las copas de los individuos de *P. dioica* ($37.6 \text{ }^\circ\text{C}$) que en el potrero expuesto ($45.6 \text{ }^\circ\text{C}$); sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($X^2=3.27$, $gl=1$, $P>0.05$) (Figura 4.10a). En cuanto a las diferencias observadas en la humedad relativa de la superficie de los dos sitios, la superficie del suelo del potrero presenta un mayor porcentaje de humedad relativa (44% HR) que la superficie del suelo bajo la copa (43% HR). Esta diferencia fue significativa ($X^2=65.03$, $gl=1$, $P<0.001$) y obedece a la retención del agua en la superficie, que se presenta por la presencia de los pastos de los potreros (Figura 4.10b).

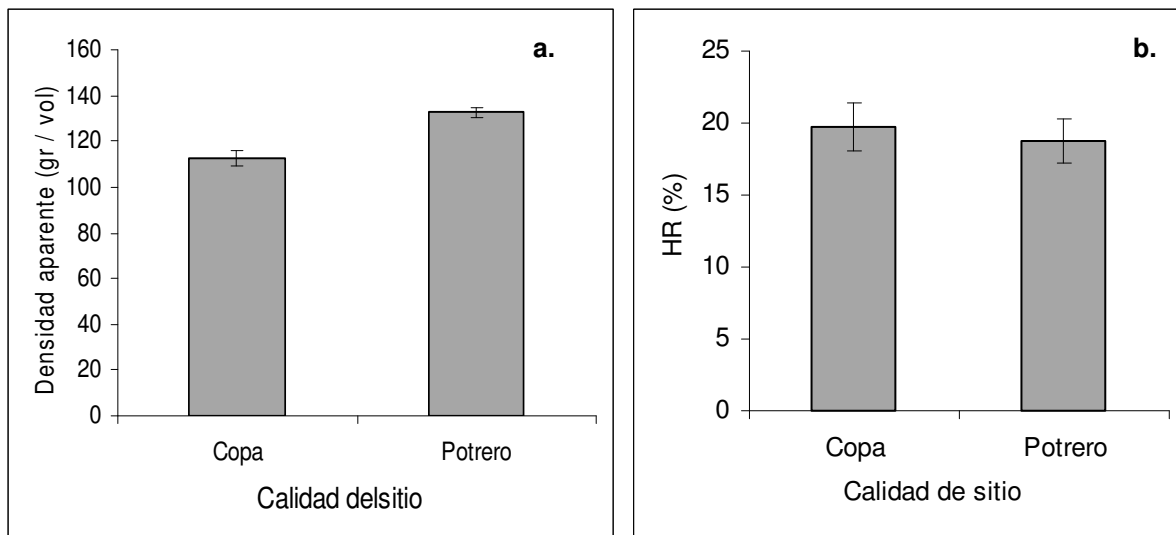


Figura 4.9. (a) Densidad aparente del suelo, peso promedio del suelo en gramos por 380 cm³ (\pm Error Estandar) y (b) HHumedad relativa promedio en porcentaje. Calidad de los sitios: Copa (bajo los individuos de *Pimenta dioica*) yPPotrero (mediciones realizadas en el espacio abierto adyacente a cada árbol estudiado).

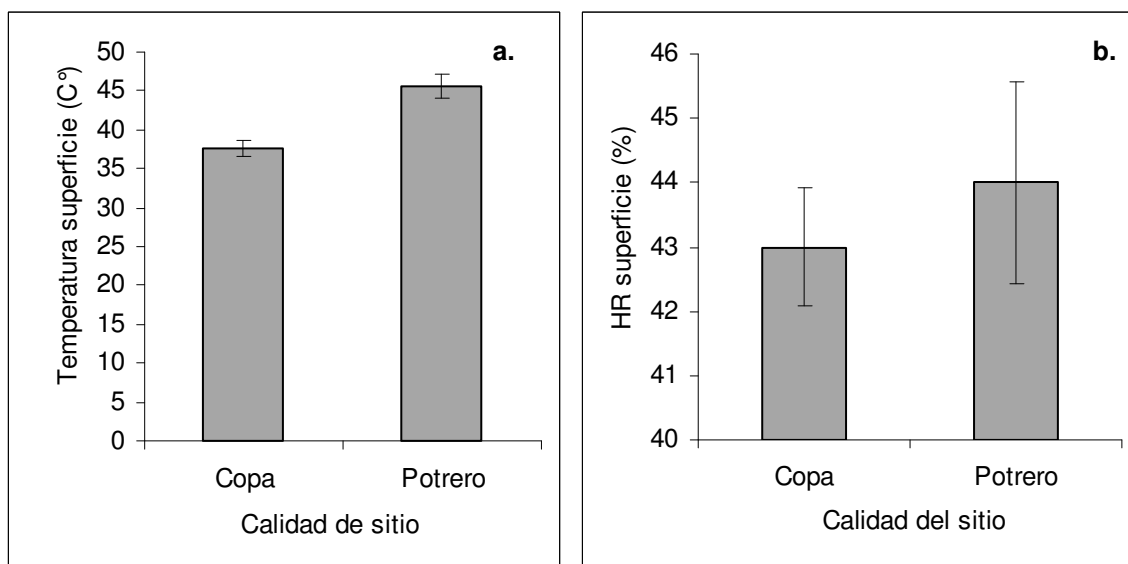


Figura 4.10. (a) Temperatura y (b) Humedad relativa promedio de la superficie del suelo. Calidad de los sitios: Copa (bajo los individuos de *Pimenta dioica*) y Potrero (mediciones realizadas en el espacio abierto adyacente a cada árbol estudiado).

Por último, el análisis del contenido de materia orgánica (MO) de las muestras de suelo indicó que el suelo bajo la copa tiene mayor contenido de MO (11.87%) que el suelo de potrero (9.29%). Y esto se debe en parte a que el menor efecto de alteración en el sitio bajo la copa de los individuos de *P. dioica* permite la incorporación de una mayor cantidad de material húmico al suelo.

Por otro lado, la evaluación de las condiciones de calidad del clima bajo la copa, medidas a un metro de altura de la superficie del suelo, se llevaron a cabo en ocho observaciones pareadas del ambiente bajo la copa de los individuos de *P. dioica* y del ambiente de potrero, empleando las mediciones con data loggers HOBO Pro, como se indicó en los métodos. Al respecto, en la figura 4.11 se observa que la temperatura promedio del ambiente bajo la copa es ligeramente menor (26.5 °C) que la temperatura promedio del ambiente del potrero (26.8 °C) y la prueba de chi corroboró que esta diferencia es estadísticamente significativa ($X^2=25.16$, $gl=1$, $P<0.001$). Para la humedad relativa promedio del ambiente se observó que bajo la copa de los individuos de *P. dioica* la humedad relativa es mayor (88.7% HR) que la del ambiente del potrero (86.8% HR) con diferencias significativas ($X^2=198.82$, $gl=1$, $P<0.001$).

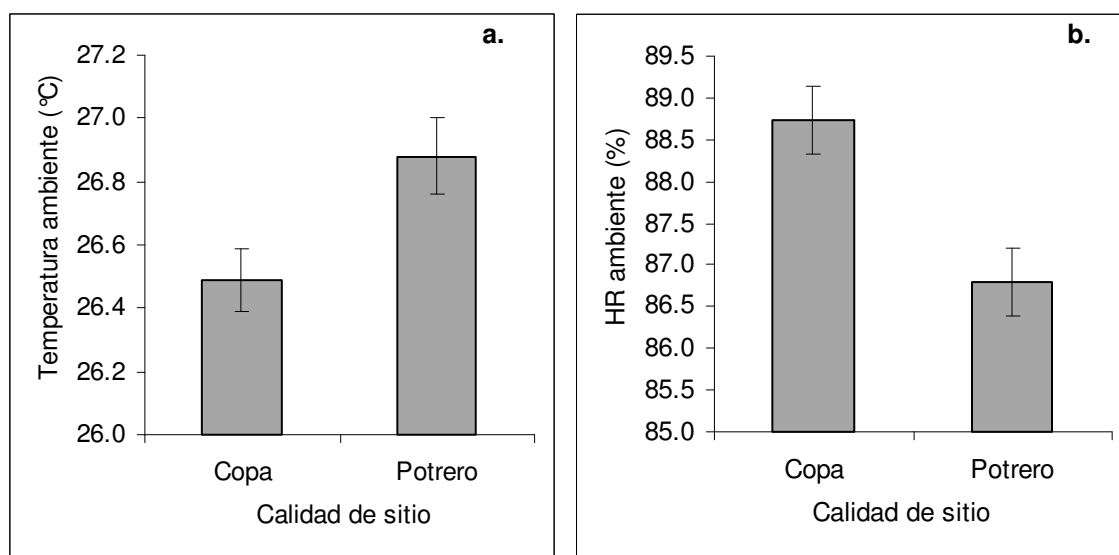


Figura 4.11. (a) Temperatura y (b) Humedad relativa promedio de del ambiente a un metro de altura de la superficie del suelo. Calidad de los sitios: Copa (bajo los individuos de *Pimenta dioica*) y Potrero (mediciones realizadas en el espacio abierto adyacente a cada árbol estudiado).

Estas diferencias en la temperatura y la humedad relativa del ambiente bajo la copa de los individuos de pimienta y en condiciones de potrero corroboran la incidencia de *P. dioica* en el cambio de las condiciones ambientales bajo su copa.

Sobrevivencia de *P. dioica* en las siembras en condiciones de potrero

La sobrevivencia de los individuos de *P. dioica* en las siembras en condiciones de potrero se evaluó en los linderos que constituyen la parcela demostrativa. Inicialmente, de las 200 semillas obtenidas de los individuos de *P. dioica* presentes en las áreas de selva de Laguna Escondida, el 90% germinó después de las cuatro semanas de la siembra en las bolsas. Posteriormente, después de un año de cuidados en condiciones de vivero, sobrevivieron el 75% de las plántulas sembradas en las bolsas, las cuales además alcanzaron una altura promedio de 15 cm. Estas, junto con las plantas provenientes del vivero “El Maduro”, que tenían una altura promedio de 17.2 cm, fueron las que se sembraron de manera diferencial en los linderos este y oeste de la parcela demostrativa, tal como se explicó en los métodos.

Después de un año de siembra en condiciones de potrero, el 58% del total de las plantas sembradas sobrevivió. El lindero oeste de la parcela, sembrado con las plantas de el vivero “El Maduro” - que crecieron inicialmente con tierra de potrero -, presentó una mayor sobrevivencia (63%) que el lindero este, sembrado con las plantas del vivero de Laguna Escondida - que crecieron inicialmente con tierra de selva - (50%) (Tabla 4.10; Figura 4.12).

Adicionalmente, según la experiencia de los ejidatarios dueños de pequeñas plantaciones de pimienta en el ejido, la sobrevivencia promedio después de ocho años de estar establecida una plantación de *P. dioica* en condiciones de potrero, es del 75% de las plantas sembradas inicialmente, lo que permitió inferir que la sobrevivencia anual para las plantas establecidas, después del año de edad, es de al rededor del 97%.

El incremento promedio de la altura de las plantas de *P. dioica* para el primer año de siembra fue de 11.9 ± 0.59 cm. Y contrario a lo observado para la sobrevivencia, las

plantas del lindero oeste presentaron un menor incremento de la altura anual (11.22 ± 0.56 cm) que las plantas del lindero este (12.35 ± 0.62 cm) (Figura 4.13). Adicionalmente se reportó el diámetro promedio a la altura de la base en los individuos de *P. dioica*, de un año de edad, que fue de 0.42 cm. Este fue el dato empleado para el ajuste de la curva de crecimiento.

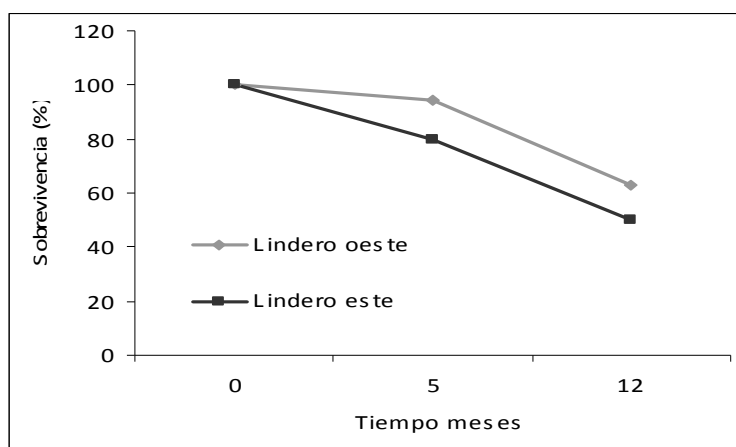


Figura 4.12. Supervivencia de los individuos de *P. dioica* sembrados en los linderos que constituyen la parcela demostrativa de la propuesta. Lindero este: sembrado con plantas que crecieron inicialmente con tierra de selva. Lindero oeste: sembrado con plantas que crecieron inicialmente con tierra de potero.

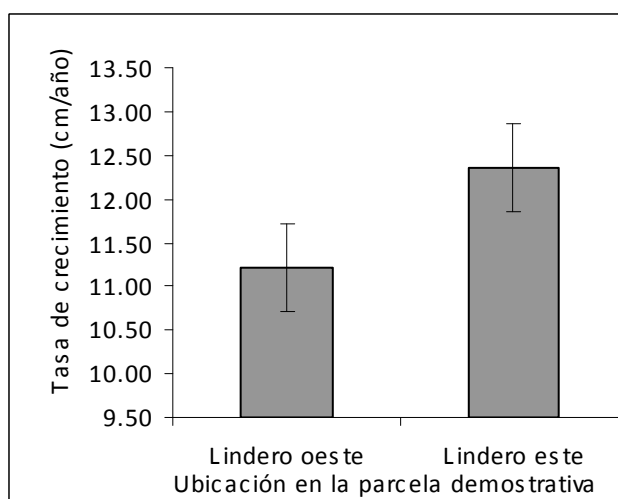


Figura 4.13. Crecimiento inicial de los individuos de *P. dioica* sembrados en los linderos que constituyen la parcela demostrativa de la propuesta. Lindero este: sembrado con plantas que crecieron inicialmente con tierra de selva. Lindero oeste: sembrado con plantas que crecieron inicialmente con tierra de potero.

Por otra parte, los daños observados en las plantas sembradas se presentaron en su totalidad en las plantas del lindero oeste de la parcela y representan el 13% de la siembra. Los daños fueron debidos principalmente al ataque de insectos.

Los resultados de sobrevivencia y crecimiento inicial observados pueden indicar que la calidad del sitio del lindero este no es favorable para el crecimiento de *P. dioica* en condiciones de potrero; o que la siembra inicial de las plantas a establecer como parte de la propuesta de linderos de uso comercial debe llevarse a cabo con tierra de potrero, para obtener mejores respuestas de sobrevivencia y crecimiento anual en las primeras etapas de la vida los individuos de la especie.

En general, en próximos estudios se debe experimentar la respuesta de los individuos de *P. dioica* a las condiciones iniciales de selva, y se debe prestar mayor atención al análisis de la variable de incremento del diámetro del tallo en las etapas tempranas de desarrollo de las plantas, para poder ajustar el comportamiento del modelo obtenido para esta fase de crecimiento.

Discusión

Las condiciones bajo la copa de *P. dioica* y el establecimiento de linderos de la especie.

En Centro y Sur América del 60 al 95% de las fincas ganaderas tienen cercas vivas, en Laguna Escondida la presencia de estos elementos del agroecosistema se encuentra en el 100% de las parcelas el ejido (Harvey et. Al, 2004). Esta práctica, común en la zona de estudio, se caracteriza por el uso de dos especies principalmente, el Palo Mulato (*Bursera simaruba*) y el Cocuite (*Gliricidia sepium*) (Estrada et. al, 1997) En Costa Rica, para agroecosistemas similares se ha reportado el uso de ocho especies que componen el 95% de las cercas existentes, y se han registrado además 100 especies que son utilizadas esporádicamente para este fin (Harvey et. Al, 2004). Estos datos sugieren que las iniciativas de manejo de las cercas vivas de los potreros de Laguna Escondida tienen

un gran potencial de diversificación, basado en el rango de especies que se utilizan en los trópicos para su establecimiento.

Aunque entre las especies reportadas no se encuentra *Pimenta dioica* como componente de las cercas, o linderos, las características observadas de sobrevivencia y crecimiento de los individuos de la especie en condiciones de potrero, en la parcela demostrativa, sugieren su potencial como especie apta para ser incorporada como parte de la propuesta del establecimiento de linderos de uso comercial en éstas áreas.

Por otro lado, los resultados observados relacionados con la modificación del microclima bajo la copa de los individuos de la especie, en condiciones de potrero; y la información reportada por Estrada et al. (1993), Estrada et al. (1998), Estrada and Coates-Estrada (2005) y Estrada (2006), sobre su potencial como especie atrayente de fauna en los agroecosistemas de la región, sugieren que las características biológicas de *P. dioica* hacen de la especie una opción interesante a tener en cuenta como parte de las estrategias de restauración a adelantar en la zona de estudio. El uso de *P. dioica* como parte de estas estrategias permitirá superar los obstáculos de las condiciones microclimáticas y edáficas del suelo que detienen la recuperación de la cobertura vegetal en las áreas degradadas (Aide, 2000).

Al respecto, los resultados observados en la incidencia de los individuos de la especie en la modificación de las condiciones ambientales bajo su copa son muy favorables para el cumplimiento de los objetivos del enfoque de restauración de la iniciativa. Estos resultados indican que la presencia de *P. dioica* en los linderos ayudará a revertir la tendencia de compactación del suelo, causada por la presencia del ganado, y proveerá condiciones más favorables, que las condiciones que ofrece el potrero actualmente, para la germinación y establecimiento de las plantas dispersadas hacia el interior de las pasturas; dado que las condiciones de calidad de sitio que ofrece el área bajo la copa de los individuos de *P. dioica* se caracterizan por:

- Ofrecer un suelo disponible con mejor textura que el suelo del área de las pasturas adyacentes, pues éste presenta una menor densidad aparente.

- Ofrecer un suelo con mayor disponibilidad de nutrientes, determinado porque presenta una menor densidad aparente y un mayor contenido de materia orgánica.
- Ofrecer mejores condiciones ambientales de humedad y temperatura – a nivel de la superficie y del ambiente – que amortiguan la desecación.
- Amortiguar los cambios bruscos de humedad y temperatura que se presentan en las áreas expuestas de los potreros, gracias a que la copa de los árboles bloquea la incidencia directa de los rayos de sol en su área de influencia (Malagon et al., 1995).

Adicionalmente, la presencia de *P. dioica*, como parte de los linderos de los potreros, mejorará las condiciones de disponibilidad de fuentes de propágulos y la dispersión de frutos y semillas al interior de las pasturas. Esto teniendo en cuenta que las plantaciones de *P. dioica* en la región favorecen:

- La conservación de las poblaciones de murciélagos, pues retienen el 90% de las especies encontradas en los fragmentos de selva, presentando mayor riqueza de especies que las plantaciones de café y cacao de la región (Estrada et al., 1993).
- La conservación de las poblaciones de aves, pues en las siembras de *P. dioica* se encuentra el 80% de las especies presentes en los fragmentos de selva de los alrededores (Estrada and Coates-Estrada, 2005).
- La conservación de las poblaciones de primates, pues en las plantaciones de pimienta se observa una presencia del 40% de las especies reportadas para los fragmentos de selva de los alrededores (Estrada, 2006).
- Y en menor grado, pero con mejores registros que las pasturas, también favorecen la conservación de las poblaciones de escarabajos coprófagos y de otros mamíferos no voladores (Estrada et al., 1998).

Estrada (2006) menciona que prácticas de manejo incorporadas a las actividades agrícolas, como lo es la diversificación de los potreros con el establecimiento de los linderos de *P. dioica*, pueden favorecer la conservación de las especies animales, mejorando las condiciones de falta de recursos alimenticios, las condiciones climáticas

extremas y el incremento del riesgo de predación, que ofrecen las pasturas para la fauna de la región en la actualidad.

Como estrategia de manejo de los recursos naturales de un lugar, el establecimiento de las cercas vivas, o linderos, debe ser una estrategia complementaria de las demás iniciativas de conservación de los hábitats naturales. En sí misma no permite la regeneración de la vegetación original, pues las cercas vivas no son unidades ecológicas completas y no pueden proveer todos los servicios del ecosistema original ni mantener los organismos que en ellos se encuentran. Su capacidad de aporte a la conservación depende de la co-existencia con los hábitats remanentes, de su estructura, composición, manejo y posición en el paisaje (Harvey et al., 2004).

Por otro lado, el establecimiento de este tipo de linderos aumentará la biodiversidad y la diversidad vertical del ecosistema de potrero, pero no necesariamente desencadenará la regeneración de cobertura vegetal, pues, si bien las cercas vivas suelen ser colonizadas por plantas cuyas semillas son dispersadas por las aves, debido al área pequeña bajo la cerca, a las condiciones de exposición de la misma, y al disturbio frecuente por el ganado, solo pocas especies de las dispersadas logran establecerse. Sin embargo, este nivel de establecimiento se podría mejorar al ampliar el área de cobertura de los árboles establecidos como parte de la cerca, y al disminuir las condiciones de exposición y el disturbio del ganado en su área de influencia (Harvey et al., 2004).

Las variaciones morfológicas y el aprovechamiento de *P. dioica*.

La selva y las áreas manejadas ofrecen distintas condiciones de calidad de sitio para el desarrollo de los individuos. En la selva los árboles se ven expuestos a condiciones de baja disponibilidad de luz, alta disponibilidad de humedad y de nutrientes en el suelo, y altos niveles de competencia con los demás individuos con los que comparten su hábitat (Martínez-Garza, 2003). En contraste, en las áreas manejadas los árboles se ven expuestos a niveles extremos de exposición a la luz solar, sequía, baja disponibilidad de nutrientes en el suelo y bajos niveles de competencia con las demás especies con las que comparten su hábitat (Aide, 2000). Según Guevara et al. (2004), para árboles de *Nectandra sp.* en los potreros de los Tuxtlas, estas diferencias en las condiciones de la

calidad del sitio en el que se desarrollan las plantas de la especie, *dentro* o *fuera* de la selva, afectan la asignación de recursos y por ende la variación de las características morfológicas de los individuos.

Al igual que para *Nectandra sp*, para *P. dioica* el análisis del modelo de crecimiento demostró que hay variaciones morfológicas en los individuos de la especie que responden a las diferencias de la calidad del sitio de crecimiento. Estas diferencias para *P. dioica* se observan en un incremento del diámetro tres veces mayor en los individuos crecen *fuera* de la selva, en comparación con el incremento del diámetro de los individuos que crecen *dentro*. Sin embargo, este efecto de la calidad de sitio no pudo ser analizado directamente a partir del comportamiento de las variables morfológicas de altura, diámetro del tronco, cobertura de la copa y rendimiento de cosecha, observadas en los sitios de crecimiento, *dentro* y *fuera* de la selva, pues se identificó que las diferencias observadas entre los dos sitios se debieron principalmente a la diferencia en el rango de edades de los individuos que componen cada muestra, y al tipo de selección que se presentó en los individuos muestreados *dentro* de la selva.

Sin embargo, para efecto de la recolección de frutos, las diferencias morfológicas observadas entre los dos sitios de crecimiento determinaron un efecto de selección de los árboles cosechados, restringiendo en la selva la cosecha a la recolección de los frutos de los individuos más altos y de copas conspicuas. Estas diferencias influyeron en la variación del rendimiento de cosecha observado entre los individuos de *dentro* y *fuera* de la selva, y por consiguiente fueron determinantes para el análisis de la viabilidad económica de la propuesta.

En cuanto al rendimiento de cosecha, De-Guzmán y Siemeoasma (1999) reportaron que el promedio de producción de los individuos de *P. dioica* es de 1.0 a 2.5 kg/ árbol en los árboles más jóvenes, pero que en árboles adultos el rendimiento alcanza los 25 kg/ árbol. Por otro lado, el dueño de la Plantación “La Palma”, de los alrededores de Laguna Escondida (Dávila, 2004, com. pers.), reportó que en los árboles más desarrollados de las plantaciones de la región, el rendimiento de cosecha por individuo adulto mayor de 35 años puede alcanzar entre los 80 y 100 kg/árbol. En comparación, en los árboles cosechados en Laguna Escondida, en 2005, el rango de cosecha varió de 1.0 kg (en los

individuos más jóvenes) a 60.0 kg (en los individuos más desarrollados de las plantaciones), y el rendimiento de cosecha promedio por individuo fue de 14.9 kg / árbol. Este comportamiento presenta un rango más amplio de cosecha y un menor rendimiento promedio por individuo adulto, que el reportado para la especie por De-Guzmán y Siemeoasma (1999). Dado que el comportamiento del rendimiento de cosecha dependió principalmente del esfuerzo invertido en la recolección de cada individuo, y dado que éste esfuerzo depende a su vez de las condiciones de dificultad de cosecha que presenta cada árbol, una alternativa para optimizar la viabilidad económica de la propuesta es mejorar el rendimiento de cosecha promedio de Laguna Escondida, a través de aplicación de mejores técnicas que permitan superar las dificultades de cosecha que presentan los individuos, y alcanzar una mayor remoción de la oferta de frutos disponible por árbol.

También, para mejorar la viabilidad de la propuesta del establecimiento del sistema de linderos de uso comercial, empleando *P. dioica*, se podrían mejorar las variables de sobrevivencia de los individuos durante el primer año de edad de la siembra, y los costos del establecimiento de la cerca de exclusión del sistema. La sobrevivencia se puede mejorar al emplear tierra proveniente de potreros para sembrar las semillas en las bolsas de los viveros. Por otro lado, se pueden reducir los costos de la cerca de exclusión disminuyendo el concepto de mano de obra, ya que en el establecimiento de la parcela demostrativa los costos implicados representan el doble de los costos que pagaría un ejidatario por la realización del mismo trabajo en su parcela. Así mismo, los costos se pueden disminuir haciendo arreglos espaciales que disminuyan la longitud del lindero cercado. Sin embargo, en este punto es importante recordar que gran parte de los beneficios biológicos de la propuesta del establecimiento de linderos de uso comercial, depende de su distribución espacial al rededor de las parcelas de ganadería, y de las posibilidades de conectividad que este arreglo ofrece entre una parcela y otra; ya que la siembra de *P. dioica* llevada a cabo en forma de plantación tradicional no garantiza la misma atracción de fauna, la dispersión, ni la conectividad entre los diferentes elementos del agroecosistema, que garantiza el arreglo de la siembra en forma de linderos.

El escenario futuro esperado para los potreros de ganadería de Laguna Escondida, a partir del establecimiento de la propuesta de linderos de uso comercial, empleando la especie arbórea *P. dioica*, es el desarrollo de un modelo agroforestal más elaborado, a

manera de policultivo, establecido a lo largo de los linderos, que permita la continuidad de la actividad ganadera, pero también la diversificación de las cercas vivas, en cuanto a estructura, biodiversidad y usos. En este escenario a partir del establecimiento de *P. dioica* se facilita el establecimiento de otras especies, también de interés comercial, pero de aprovechamiento a corto y mediano plazo, que permiten amortiguar los tiempos de espera de la primera cosecha de los individuos de pimienta y de los maderables y frutales de largo plazo también establecidos como parte del lindero. De esta manera el lindero enriquecido ofrecerá desde su establecimiento y de manera permanente, la posibilidad del aprovechamiento de diferentes especies de uso comercial; así como el aumento del área de cobertura vegetal que se encuentra en las áreas de potrero, y la reversión paulatina de la tendencia de la degradación causada por la actividad ganadera en las áreas parceladas del ejido.

En estudios posteriores sobre la proyección del crecimiento esperado para *P. dioica* es importante muestrear directamente el incremento de diámetro anual en los individuos que crecen *fuera* de la selva y comparar los resultados del modelo PL Model de las dos submuestras, de *dentro* y *fuera* de la selva; así como completar los datos correspondientes al incremento de diámetro para los diámetros pequeños que se presentan en los individuos de las primeras etapas de desarrollo de la especie.

Capítulo 5:

Análisis económico de la propuesta de restauración con linderos de uso comercial, empleando la especie arbórea *Pimenta dioica* (L.) Merr

Introducción

Los Productos Forestales No Maderables (PFNM) son definidos por FAO (2004) como “productos de origen biológico, diferentes a la madera, que se obtienen de los bosques naturales o de zonas forestales fuera de ellos”. Entre ellos se encuentran exudados (resinas, gomas, aceites, oleorresinas), estructuras vegetativas (partes de las plantas tales como tallos, hojas, raíces, yemas apicales), partes reproductivas (como nueces, frutos, aceites de semillas y semillas) y productos obtenidos de la fauna (mascotas, pieles, carne de cacería), todos estos susceptibles de aprovechamiento in situ, bajo el desarrollo de prácticas artesanales o comerciales.

Los PFNM son un grupo amplio y diverso de productos considerados menores, aunque su valor en la economía mundial es ampliamente reconocido. Se estima que el 80% de la población mundial hace uso de ellos y que de ellos depende en gran medida la subsistencia y/o la fuente de ingresos de millones de familias, especialmente en las zonas de bosques de los países en desarrollo, como es el caso de la región de Los Tuxtlas (Martínez, 2004). Por tener menos impacto que otros usos de la tierra, el manejo y comercialización de PFNM está siendo incorporado en los programas de manejo de las áreas naturales como estrategia para la conservación (Shanley et. al, 2002). Estos programas buscan desarrollar formas de vidas sustentables y alternativas de ingreso para las comunidades locales, reduciendo la presión sobre el bosque y promoviendo la reparación de los ecosistemas degradados, como es el caso de la propuesta del establecimiento de linderos de uso comercial, empleando la especie arbórea *Pimenta dioica*, del presente estudio.

Los frutos verdes de los árboles de *Pimenta dioica* que son secados después de la cosecha constituyen el PFNM conocido como “pimienta gorda”. La pimienta gorda es uno de los PFNM insertos históricamente en la economía de mercado. Su comercialización inició con el comercio de especias del siglo XVIII, principalmente a través de empresas inglesas y holandesas. y actualmente se enfrenta a mercados en expansión que ofrecen una rentabilidad atractiva (Martínez et. al, 2004). Lange (1998) estudió el mercado de las plantas aromáticas usadas para farmacéutica, medicina botánica, comida, saborizantes, cosméticos, productos de limpieza y otros, al que pertenece la pimienta, y lo valoró en 1.3 billones de dólares estadounidenses para 1996, como resultado de la comercialización de 440,000 toneladas de material vegetal; y desde entonces estimó que su tendencia de crecimiento iba en aumento.

En la actualidad, los mayores compradores de pimienta gorda en el mundo son Alemania, Holanda, Francia, Inglaterra y Estados Unidos. En América, tradicionalmente Jamaica había sido el principal exportador, pero desde hace al rededor de diez años México se ha convertido en primer productor y exportador a nivel mundial, con ventas de al rededor de \$301,135 millones de dólares al año. En orden de importancia, los estados productores de pimienta gorda en el país son Tabasco, Puebla, Veracruz y Chiapas, y en menor escala Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Campeche e Hidalgo (Bancomext, 2001; Martínez et. al, 2004).

En la actualidad el mercado de pimienta gorda a nivel nacional es bajo y estable, pues no hay una alta demanda para este producto en el país, mientras que a nivel internacional se mantiene en aumento. A nivel internacional el mercado de pimienta gorda es sensible al comportamiento de la oferta del producto, debido a que ésta no es consistente, pues depende de la ocurrencia de disturbios naturales, como la presencia de épocas de fuertes lluvias y sequías en las regiones productoras del país. El comportamiento del precio de la pimienta varía con el comportamiento de la oferta, y dado que la demanda es sensible a esta variación, se dice que el precio de la pimienta a nivel internacional presenta alta elasticidad. Su efecto es muy perjudicial para los productores, pues cuando hay sobre oferta, aunque la demanda sea alta, el precio baja demasiado y se ven obligados a retener los frutos en bodegas, hasta que el precio alcanza de nuevo un valor conveniente

para la venta. El precio promedio internacional para la venta de pimienta gorda en 2004 fue de \$ 2.2 dólares por kilogramo (Martínez et al., 2004).

Estas características del mercado de la pimienta gorda determinan su potencial de comercialización e incentivan la incorporación de *P. dioica* en la estrategia de restauración del establecimiento de linderos de uso comercial en los potreros de Laguna Escondida. Sin embargo, la evaluación de la viabilidad y del potencial económico de la estrategia a nivel local, depende directamente del análisis de las variables económicas relacionadas con el aprovechamiento de la especie en el ejido, y de las características del sistema de producción y comercialización practicado por los recolectores de Laguna Escondida y sus alrededores. Para esta evaluación se analizó el valor comercial esperado del sistema de restauración propuesto a través del índice económico de valor presente neto (VPN) y se comparó su resultado con el de la actividad ganadera que se desarrolla actualmente en la región. Esto gracias a que el VPN permite comparar la rentabilidad de diferentes tipos de opciones de inversión, de corto y largo plazo, para la toma de decisiones sobre la optimización del uso de la tierra (Peters, 1989; Ricker and Daly, 1998; Ricker et al., 1999).

Métodos

Valoración económica

Para la valoración económica de los linderos de uso comercial, empleando *P. dioica*, se analizó el valor comercial del sistema propuesto utilizando el índice de valor presente neto (VPN). Este índice parte del análisis de la relación costo-beneficio, que es la utilidad de la actividad económica analizada, y para cada año de espera de los beneficios de la inversión que el sistema de producción requiera, aplica una tasa de descuento equivalente a la tasa de interés que el inversionista recibiría si en lugar de invertir depositara su dinero en el banco. La utilización del VPN en este estudio es importante, pues las inversiones forestales – como la siembra de la pimienta en los linderos - son inversiones a largo plazo, de las que el ejidatario no recibirá utilidades de forma inmediata. Este hecho hace que sus beneficios económicos no sean evidentes a simple vista, como sí sucede con las inversiones a más corto plazo – como la producción

ganadera -, contra las cuales la estrategia de linderos comerciales debe competir (Ricker and Daly, 1998).

Para la evaluación del VPN de *Pimenta dioica*, se aplicaron entrevistas informales con los diferentes actores que intervienen en la comercialización de pimienta en la región (colectores, compradores, intermediarios, productores). También se llevaron a cabo 36 sesiones de observación participante en las diferentes etapas del proceso de producción (recolección, compra y venta). De esta manera se obtuvieron los datos correspondientes a la estimación de la cosecha anual esperada por individuo, la estimación de los ejidatarios de la sobrevivencia de los árboles productivos, el precio en el mercado por unidad comercializada y el costo de cosecha por unidad recolectada (incluyendo transporte y comercialización).

Adicionalmente, para el conocimiento de la relación entre la edad y la proyección del rendimiento de cosecha esperado, a lo largo de la vida de un individuo de la especie, se utilizó la curva de crecimiento promedio obtenida en los análisis biológicos (Tabla 4.3, Figura 4.2); así como los datos de sobrevivencia de las plantas jóvenes, observados en las siembras de la parcela demostrativa (Tabla 4.10), y los datos del costo de establecimiento de la parcela demostrativa (Tabla 4.9), a partir de los cuales se infirió el costo de establecimiento y manejo de una hectárea del sistema de linderos de uso comercial con *P. dioica*. A partir de la información obtenida se caracterizó el sistema de aprovechamiento y comercialización de pimienta que se acostumbra en los alrededores de Laguna Escondida, y se elaboró escenario hipotético que permitió comparar el rendimiento de la producción de pimienta con el rendimiento de la actividad ganadera para una hectárea de potrero. El cálculo del valor presente neto de la propuesta de linderos comerciales empleando *P. dioica* se llevó a cabo teniendo en cuenta la siguiente fórmula, sus resultados se encuentran en la Tabla 5.1.

$$VPN_{\text{Pimienta}} = \sum_{i=1}^{MA} [(P-C) * F_i * S_i * N/2 - K_i * S_i] * e^{-ri}$$

VPN_{Pimienta} es el valor comercial presente de una hectárea sembrada con 277 árboles de *P. dioica*, a lo largo de 1,666 m de los linderos de una parcela de ganadería.

i	es el año o la edad del individuo
MA	es la máxima edad conocida de producción de los árboles de <i>P. dioica</i> (50 años).
P	es el precio en el mercado por kg de frutos de pimienta
C	es el costo de cosecha por kg de frutos de pimienta
F _i	es la cosecha anual esperada por individuo (Tabla 4.3)
S _i	es la sobrevivencia de los individuos, teniendo en cuenta los datos observados en la parcela demostrativa durante el primer año, y las estimaciones de los dueños de las plantaciones, para los primeros siete años de siembra.
N	es el número de árboles de la parcela. En el escenario hipotético N=277 y el número de árboles productivos N/2= 139.
K	es el valor presente de los costos de plantación y manejo de cada árbol, teniendo en cuenta los costos inferidos para una hectárea, a partir del establecimiento de la parcela demostrativa.
r	es la tasa de descuento (en este caso, r = 0.05, de acuerdo a Ricker and Daly (1998)).

Posteriormente, se calculó el valor presente neto de la actividad ganadera promedio que se practica en el ejido Laguna Escondida, de acuerdo al análisis del capítulo 3, teniendo en cuenta las siguientes fórmulas: Los resultados del VPN de esta actividad se encuentran en la tabla 5.2.

$$VPN_{\text{Ganadería}} = \sum_{i=1}^{MA} ([(F_{i(\text{leche})} * P_{\text{leche}}) + (F_{i(\text{carne})} * P_{\text{carne}})] - C_{\text{vaca}}] - K_{\text{potrero}}) * e^{-ri}$$

VPN_{Ganadería} es el valor comercial presente de una hectárea de ganadería en la que se mantiene una vaca de doble propósito, siguiendo el sistema de producción promedio de Laguna Escondida (Capítulo 3).

i	es el año
MA	es el tiempo máximo evaluado para la producción del sistema de ganadería (50 años).
P _{leche}	es el precio en el mercado por litro de leche
P _{carne}	es el precio en el mercado por kg de carne de becerro

C_{vaca}	es el costo de mantenimiento de una vaca en el sistema (Tabla 3.2)
F_i (leche)	es la producción anual esperada de litros de leche por vaca
F_i (carne)	es la producción anual esperada de kg de carne por vaca
K	es el valor presente del costo de mantenimiento del potrero (Tabla 3.2)
r	es la tasa de descuento (en este caso, $r = 0.05$, de acuerdo a Ricker and Daly (1998)).

Los valores del índice de valor presente neto del sistema de linderos de uso comercial y del valor presente neto del sistema de ganadería del ejido fueron comparados para determinar la competitividad económica de las dos actividades productivas.

Viabilidad de la propuesta de establecimiento de linderos de uso comercial, empleando *P. dioica*, en los potreros de Laguna Escondida

Por otra parte, con base en el mapa de parcelación del Ejido Laguna Escondida (Registro Agrario Nacional, 2000) (Figura 2.5) se llevó a cabo la medición del área de las parcelas y linderos de cada uno de los ejidatarios, a partir de esta información se calculó para cada caso el número de pimientas que se podrían sembrar allí, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas empleadas para el establecimiento de la parcela demostrativa (Tabla 5.3). Con base en la información obtenida se determinó el potencial de producción de pimienta en el ejido, con miras a la propuesta de la creación de una empresa forestal comunitaria.

Por último, con base se aplicaron 17 entrevistas semiestructuradas al 61% de la población ejidatarios ($N= 11$), siguiendo el cuestionario de entrevista 4 (Anexo 1), a través de las cuales se evaluó la disponibilidad y las posibilidades de los ejidatarios para la adopción de la propuesta del establecimiento de linderos de uso comercial con *P. dioica*, en sus potreros.

Resultados

Análisis del sistema de aprovechamiento de la producción de frutos de *Pimenta dioica* en el ejido Laguna Escondida.

El sistema de aprovechamiento de pimienta en Laguna Escondida y sus alrededores se caracteriza porque la cosecha de los árboles del ejido la llevan a cabo principalmente dos sectores de la población del ejido y de las comunidades vecinas. Un sector lo componen los vecindados que tienen menos oportunidades de generación de ingresos, como las unidades familiares más jóvenes, y el otro los ejidatarios que reportaron una mayor diversificación de sus formas de producción. De tal manera que la cosecha de pimienta en Laguna Escondida representa una de las pocas opciones de generación de ingresos en las ocasiones en las que las demás actividades no son productivas, o cuando la oferta de empleo en la región es escasa, o cuando los pobladores no tienen posibilidades de acceder al empleo, como en el caso de los adultos mayores.

La cosecha de la pimienta en el ejido se lleva a cabo en tres sitios de cosecha: la selva, los potreros, y las pequeñas plantaciones de la especie que se encuentran en las áreas de los solares del poblado; y el sistema de recolección en cada uno es diferente.

La cosecha de pimienta que se lleva a cabo en las áreas de selva se recolecta de los árboles que se encuentran dentro de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, y en los árboles que se encuentran en las zonas de uso común. Esto se da a pesar de que en la Estación de Biología - por ser un área de reserva destinada a la conservación -, y en las zonas de uso común del ejido –por estar ubicadas en una de las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas- están prohibidas las actividades de extracción de los recursos naturales con fines de aprovechamiento. Adicionalmente, para las zonas de uso común, los acuerdos comunitarios restringen los derechos de acceso y uso de estas áreas solamente a un sector muy específico de la población (los ejidatarios que tienen parcelas de diez hectáreas o menos). La oferta de árboles de pimienta con disponibilidad de frutos es escasa en estas áreas. Durante las jornadas de recolección se observó una densidad de dos árboles de *P. dioica* con oferta de frutos disponibles por hectárea. Esta escasez y la falta de regulación del aprovechamiento generan tensiones entre la

población de recolectores, pues una vez que un árbol ha sido cosechado, los demás recolectores ya no tienen acceso a este recurso y búsqueda de árboles productivos en las selva se hace más difícil.

La recolección de los frutos en las áreas de selva es una tarea difícil. Ubicar los árboles adultos con oferta de frutos puede tomar media jornada de trabajo. Una vez que el árbol es encontrado, las condiciones de heterogeneidad del terreno, la densidad de la vegetación y las características de la arquitectura de los individuos pueden dificultar la cosecha. Estas dificultades inciden en que los recolectores no puedan aprovechar el 100% de la oferta de los frutos de los árboles de este sitio, e influyen en que los recolectores tomen menos medidas para el cuidado del árbol durante la cosecha. Generalmente los recolectores trepan al árbol y cosechan entre uno y dos tercios de la oferta de frutos de la copa. Esto lo hacen cortando las ramas completas, y entre más difíciles sean las condiciones de cosecha de un individuos, más drástico será el corte de sus ramas más gruesas. Esta técnica de cosecha perjudica el desarrollo de los árboles y tiene como consecuencia la probabilidad de que al año siguiente el árbol no produzca frutos. Este hecho disminuye aún más la oferta de árboles con frutos en la selva, y agudiza las tensiones entre los recolectores. Este tipo de aprovechamiento necesita de la participación de al menos dos personas. Mientras un recolector corta las ramas trepado en el árbol, el otro recibe las ramas cortadas a nivel del suelo y va separando manualmente los frutos verdes de las infrutescencias, esta técnica se conoce como despicado, y con ellos va llenando el saco que llevará para la venta en Catemaco.

La cosecha de los árboles de pimienta en los potreros se caracteriza principalmente por la tolerancia de los dueños de la tierra hacia el aprovechamiento, no autorizado, que llevan a cabo los avecindados de los árboles de pimienta de las parcelas. Aunque, también en algunas ocasiones los avecindados piden permiso para el aprovechamiento y se establecen relaciones de colaboración entre unos y otros. En comparación del aprovechamiento llevado a cabo en las áreas de selva, en los potreros hay más control de las actividades de recolección de las pimientos.

En este sitio, los ejidatarios dejan los árboles de pimienta como remanentes por su valor de uso y porque no perjudican el desarrollo de la actividad ganadera, pues la pimienta no

compite con el pasto. Regularmente los dueños de los potreros no cosechan estos árboles.

La rápida ubicación de los árboles con oferta de frutos disponibles y la falta de vegetación circundante facilita la cosecha de los individuos y favorece el uso de diferentes técnicas que permiten un aprovechamiento más seguro para el recolector, mayores cuidados para los árboles y un mejor rendimiento de cosecha. Entre estas técnicas está el uso de escaleras para trepar a la copa y el corte los extremos más delgados de las ramas para la obtención de las infrutescencias. Sin embargo, a pesar de las facilidades del sitio para la recolección, no todos los recolectores toman medidas para el cuidado de los árboles, comprometiendo con las prácticas de cosecha la posibilidad de volver a cosechar el mismo árbol al siguiente año. Regularmente, la venta de la cosecha obtenida en este sitio se lleva a cabo de la misma forma que la venta de la cosecha de la selva. Aunque en algunos casos la venta también se lleva a cabo a través de un trato de compra - venta entre el dueño del árbol y los distintos comparadores de la región, que durante la época de floración van directamente a las fincas y pagan en ese momento un valor acordado de acuerdo a la estimación del rendimiento de cosecha del individuo, para asegurar los derechos de cosecha en la época de fructificación. En este sistema el comparador paga con anterioridad al dueño del árbol y paga también a sus trabajadores el día de la cosecha \$1 MXN pesos por cada kg recolectado.

En las plantaciones de los solares la recolección es llevada a cabo exclusivamente por el dueño de la plantación, o por los trabajadores del comprador de los árboles. La recolección y los sistemas de venta tienen las mismas características que en las áreas de potrero.

En cuanto a las técnicas empleadas para la recolección practicadas en Laguna Escondida están las técnicas para el acceso a las copas de los árboles (escalada del tronco y uso de escaleras) y las técnicas para la separación de los frutos de las infrutescencias, o despicado (manual y por medio del golpeteo de las ramas con una vara, sobre un costal), según las facilidades de cosecha que presente el árbol y la habilidad y cuidado del recolector. El uso de escaleras, el corte de los extremos más delgados de las ramas y la

separación manual de los frutos permiten la obtención de un producto de mayor peso y mejor calidad.

La producción de pimienta de Laguna Escondida se dirige al mercado internacional. De tal manera que en el proceso de comercialización el productor vende el fruto verde o seco al acopiador local y éste al acopiador de los exportadores. El acopiador de los exportadores vende la totalidad de la cosecha de la región directamente a los representantes de los empresarios compradores en el Puerto de Veracruz, y de allí se exporta a Alemania principalmente, para ser empleada en la industria química, farmacéutica, alimentaria y de productos naturales (Rafael Gracia, com. pers.). A nivel local y regional, la presencia de los intermediarios en el sistema favorece las prácticas de monopolio de algunos comerciantes en la región, pero su presencia en la región garantiza que el producto llegue al mercado.

Este esquema de aprovechamiento de la pimienta gorda permite visibilizar el problema de marginación de la población del ejido, la falta de respeto por los derechos de propiedad de la tierra y de los recursos, la falta de respeto a los acuerdos comunitarios, la falta de representatividad de todos los sectores de la población en los espacios de participación y toma de decisiones, y la falta de instituciones comunitarias que regulen un mejor aprovechamiento de los recursos naturales del ejido. Todos estos factores dificultan el establecimiento de relaciones de confianza y reciprocidad entre los pobladores de Laguna Escondida, y constituyen un reto para la aceptación del desarrollo de la propuesta del establecimiento de linderos de uso comercial, como parte de un esquema asociativo de aprovechamiento de pimienta gorda en el ejido. Estas características hacen evidente la necesidad de generar capital social en el ejido, como requisito previo a la promoción de las alternativas de manejo de los recursos naturales, como la de la propuesta del presente trabajo (Ostrom, 2000).

Escenario hipotético para la evaluación de la competitividad del sistema de linderos de uso comercial, empleando *P. dioica*, frente al sistema de ganadería promedio practicado en Laguna Escondida

En una hectárea promedio del ejido Laguna Escondida, el ejidatario tiene un potrero ya establecido con pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha*), delimitado con una cerca viva de Palo Mulato (*Bursera simaruba*) y alambre de púas. En esa hectárea mantiene una vaca de doble propósito, de cuatro años de edad, que recién ha dado su primera cría. Todos los días, durante los primeros ocho meses después del parto, y mientras el becerro está lactando, el campesino dedica aproximadamente 10 minutos diarios a ordeñar la vaca que produce tres litros de leche por día. Después del ordeño, el campesino dedica hora y media a llevar la leche a vender al camino que queda a media hora de la parcela; donde el Lechero pasa todos los días a recogerla. En cada entrega el Lechero establece el precio a pagar – que siempre ha sido menos de \$2 pesos MXN por litro. También diariamente, durante todo el año, el ejidatario dedica una hora adicional al mantenimiento de la vaca y/o el potrero. Al finalizar el año, cuando el becerro que ha criado la vaca alcanza un peso promedio de 200 Kg, el ejidatario lo vende al rastro, quien va a recoger el animal en pie a la parcela. El ejidatario y el rastro acuerdan el precio de venta, que es en promedio de \$15.5 MXN por cada kg del peso del mismo. Al momento del pago, el rastro descuenta el 5% del peso total del animal, por concepto del peso de huesos y vísceras, que según ellos no son vendibles.

Una vez que el becerro es vendido al rastro, la vaca es cruzada de nuevo y el ejidatario procura que los períodos de gestación (nueve meses al año) y lactancia (ocho meses al año) no coincidan para el animal. De tal manera que el ejidatario obtiene un becerro cada dos años. Durante el año de gestación la vaca está en engorda en el potrero y no produce ni carne ni leche. Este sistema de manejo se mantiene hasta que la vaca cumple al rededor de los diez años de edad, entonces ella y su última cría son vendidas al rastro. La vaca es reemplazada en el ható por una becerria de tres años de edad, lista para la primera cría. La venta de la vaca se lleva a cabo de la misma forma que la venta de sus becerros, pero el precio pagado por su carne es menor. Dependiendo de la edad y el estado de salud del animal, el rastro la pesa y de los 300 kg que pesa a esa edad,

aproximadamente, descuenta el 5% del peso y al ejidatario le paga entre \$7 pesos MXN y \$10 pesos MXN por Kg de carne, en promedio \$8.5 pesos MXN.

De acuerdo a la propuesta del establecimiento de linderos de uso comercial, en esa misma hectárea el ejidatario podría sembrar 277 árboles de *Pimenta dióica*, de acuerdo a las especificaciones técnicas tenidas en cuenta para el establecimiento de la parcela demostrativa. Para este establecimiento, el ejidatario debe invertir \$5,650 MXN para la compra de 4,998 m de alambre de púas - para la cerca de exclusión del ganado -, y debe invertir \$26,232 en el pago de los jornales que se requieren para el desarrollo de las actividades de establecimiento de los linderos de uso comercial. O puede dedicar una fuerza de trabajo de 254 días, durante el primer año, para la búsqueda de las semillas de *P. dioica* en las zonas de uso común del ejido, para la siembra y cuidado de las plantas en su solar, en condiciones de vivero; para cortar y acarrear 925 estantes de madera, obtenidos de los árboles del área de uso común; para poner los estantes y el alambre de la cerca, para limpiar las áreas de siembra, abrir los huecos y sembrar las plantas, y para chapear esporádicamente el área de siembra de los linderos. Una vez establecida la siembra, esta requiere un mantenimiento de chapeo, dos veces al año. La actividad ganadera de las demás hectáreas de la parcela continúa sin modificaciones para el sistema de producción de carne y leche.

Durante el primer año después de la siembra, se espera una sobrevivencia del 58% de las plantas. A partir del primer año, una vez adaptadas al potrero, las plantas sembradas presentan una sobrevivencia el 99%. Pasados siete años de la siembra, las plantas han alcanzado la edad adulta, han desarrollado sus troncos y copas, y tienen una altura mayor de dos metros, la mitad son individuos que producen frutos (N= 139), y presentan una sobrevivencia del 99%. En el este momento, el ejidatario puede retirar la cerca de exclusión y comenzar a cosechar los frutos de pimienta. La producción de frutos aumenta todos los años, durante más de 50 años, de acuerdo a los datos de Figura 4.2. La época de fructificación y cosecha se da entre los meses de junio a agosto de cada año, pero es diferente para cada plantación, y probablemente depende de las condiciones específicas del sitio de siembra. Para la cosecha, durante los primeros años de producción de los árboles, el ejidatario dispone de la fuerza de trabajo de su unidad familiar y dedica 12 días de trabajo, de una persona, a la recolección de los frutos. Una vez que el árbol ha

superado más de los dos metros de altura – aproximadamente cuando alcanza al rededor de los diez años de edad-, la cosecha requiere de mayor trabajo y habilidad, entonces el ejidatario contrata recolectores, a los que les paga \$1 peso MXN por kg de fruto verde cosechado. Posteriormente el ejidatario lleva la cosecha a Catemaco, pagando \$20 pesos MXN por su transporte y \$ 20 pesos MXN por el transporte de cada bulto de 70 kg. En Catemaco el ejidatario vende su cosecha al acopiador que le ofrezca mejor precio. El precio pagado depende de la época de venta, si la venta se hace al inicio de la temporada de cosecha, entre los meses de junio y julio, el acopiador paga aproximadamente \$3 pesos MXN por Kg de fruto; pero si la venta se realiza hacia el final de la temporada, entre julio y agosto, el acopiador paga al rededor de \$6 pesos MXN por kg. La época de venta de cada ejidatario depende del mes en el que fructifiquen sus árboles, ya que el fruto debe venderse verde, y si el ejidatario espera la subida del precio, los frutos pueden madurar en el árbol y entonces pierde toda la cosecha. De tal manera, que en promedio, durante la temporada de cosecha de pimienta, el acopiador paga al ejidatario un promedio de \$4.5 pesos por kg de fruto verde.

VPN de los dos sistemas de producción

Para analizar el valor comercial de los linderos de pimienta propuestos, se tuvieron en cuenta los siguientes valores para el escenario hipotético planteado:

- Valores de sobrevivencia de 0.58 para el primer año de establecimiento de siembra, de acuerdo a lo observado en la parcela demostrativa; y para los demás años, un valor de 0.97, inferido a partir de los valores reportados por los ejidatarios dueños de pequeñas plantaciones.
- El costo de establecimiento de la parcela de \$31,882 pesos y el costo de mantenimiento anual de \$ 1,200 pesos –que incluye solo la práctica de chapeo dos veces al año-, ambos inferidos a partir de los costos de establecimiento de la parcela demostrativa (Tabla 4.9).
- Un precio promedio de \$4.5 pesos MXN por kg de fruto comercializado.
- El supuesto de que la producción de frutos reportada corresponde a los dos tercios de frutos que pudieron ser cosechados del total de la oferta de frutos del árbol.

Con base en este escenario promedio, el valor comercial de una hectárea de linderos sembrados con 277 plantas de *P. dioica* tiene un VPN = \$ - 28,867.3 MXN pesos, indicando que esta opción de inversión no es rentable para los ejidatarios de Laguna Escondida, pues son mayores los costos de inversión que los beneficios recibidos, en las condiciones del escenario evaluado (Tabla 5.1). Por otro lado, de acuerdo al escenario de la actividad ganadera promedio practicada en el ejido, descrito en el escenario hipotético (Capítulo 3), una hectárea de potrero de ganadería en Laguna Escondida tiene un VPN= \$ - 81,359 pesos MXN pesos, indicando que en las condiciones promedio en las que se realiza esta actividad productiva en el ejido, su rendimiento económico tampoco es rentable. Y de hecho, es menos rentable que la producción de pimienta en el sistema de linderos.

Potencial y viabilidad de la propuesta de establecimiento de linderos de uso comercial, empleando *P. dioica*, en los potreros de Laguna Escondida

La adopción de la propuesta del establecimiento de linderos de uso comercial, en los potreros de Laguna Escondida, empleando *P. dioica*, podría desarrollarse a manera de empresa forestal comunitaria. De acuerdo a los datos de la tabla 5.3, las 31 parcelas de potrero del ejido Laguna Escondida tienen un total aproximado de 35,698 m de linderos en los que se podría establecer la propuesta de linderos de uso comercial, con la siembra de pimienta. Si estas siembras siguen las especificaciones técnicas de la parcela demostrativa, guardando una distancia de seis metros entre planta y planta, y una distancia de diez metros entre la cerca viva ya establecida y la cerca de exclusión de ganado que hace parte del sistema; en estos linderos se podrían sembrar al rededor de 5,950 plantas de la especie. El área dedicada al establecimiento de la propuesta en todo el ejido sería de 35.7 hectáreas, que corresponderían al 14.5% del total del área parcelada de Laguna Escondida.

Siguiendo el sistema de subsidio de la fuerza de trabajo que se practica actualmente, por parte de los ejidatarios y vecindados, como parte del desarrollo de las actividades productivas del ejido, el establecimiento de estos linderos solamente requeriría de un inversión inicial en alambre de púas de \$40,354 pesos MXN. Si las 22 unidades

familiares que conforman el poblado se lograran asociar para la realización de este proyecto productivo, cada una invertiría al rededor de \$1,834 pesos MXN en efectivo, más la fuerza de trabajo requerida para el establecimiento de los linderos, y este sería su aporte para hacer parte de la asociación.

Al cabo de seis años se esperaría que la mitad de las plantas sembradas produjeran frutos (N= 2,975). Durante los primeros años de siembra estos individuos tendrían un rendimiento aproximado total de 2,975 kg, y a medida que se desarrollen alcanzarían un promedio de 44,327 kg / año, teniendo en cuenta el rendimiento promedio observado por árbol en 2005 (14.9 kg / árbol). Si el comportamiento del mercado permitiera que toda la oferta de frutos fuera vendida como parte del sistema de recolección y comercialización que se practica en la región, y que el precio por kg sea igual al precio promedio observado en 2005 (\$4.5 pesos MXN), entonces el sistema de linderos de uso comercial del ejido tendría como beneficios brutos el ingreso anual de al rededor de \$199.437 pesos MXN.

Si a este ingreso bruto se le resta el costo de mantenimiento anual de \$25,776 pesos MXN para todo el sistema, entonces la utilidad neta, sin tener en cuenta los costos de establecimiento inicial, sería de al rededor de \$173,661 pesos MXN / año. Si todas las unidades familiares del ejido participaran de la propuesta (N= 22) y las utilidades se distribuyeran de manera equitativa entre ellas, la producción de pimienta en Laguna Escondida podría representar un ingreso anual aproximado por unidad familiar de \$7,893 pesos MXN, cada año durante al menos 50 años; obtenidos con el trabajo invertido en dos épocas de chapeo al año y con el trabajo invertido durante junio y julio para las actividades de cosecha y venta de la producción de frutos.

Sin embargo, el desarrollo de una propuesta de este tipo requiere que en el ejido se genere previamente la reconstrucción del tejido social y la construcción de capital humano que favorezca la asociación para la producción entre sus habitantes. Pues los resultados de las entrevistas que evaluaron la disponibilidad de siembra indicaron que a la mayoría de los ejidatarios les gustó la propuesta (91%), pero debido a las malas experiencias previas de asociación en el ejido, solo el 4% manifestó su disposición de organizarse con los vecinos para el adelanto de este tipo de proyectos a nivel comunitario.

Los resultados obtenidos a partir de estas entrevistas también indican que el 91% de los entrevistados se siente dispuesto a adoptar la propuesta de linderos de uso comercial, sembrados con pimienta, en su parcela, pero la mayoría sólo lo haría a nivel individual. El 9% no aceptó la propuesta, pues le generó desconfianza.

En la mayoría de los casos (72%) los entrevistados manifestaron que los jefes de familia serían los encargados de realizar las actividades propias de la propuesta, desde la producción de las plantas, el establecimiento de los linderos, las actividades de mantenimiento de la siembra; hasta las actividades de recolección y venta de los frutos. El 42% manifestaron que estarían dispuestos a pagarle a alguien para que llevara a cabo la limpieza del terreno, y el 9% manifestó que pagaría por el chapeo del mantenimiento anual de la siembra, y/o por la búsqueda de las semillas.

El 30 % de los entrevistados identificó como la principal dificultad para la adopción de la propuesta el no tener posibilidades de recolección de la semilla, por no tener derechos reconocidos de acceso y aprovechamiento en las áreas de selva de las zonas de uso común del ejido.

En general, los ejidatarios entrevistados piensan que es necesario proteger las plantas del ganado, como parte del sistema de establecimiento de los linderos. Sin embargo, las propuestas difieren en cuanto a los métodos empleados para hacerlo. La mayoría coincide en la aceptación de la propuesta de la cerca de exclusión del ganado elaborada con postes de madera y alambre de púas, pero algunos proponen el uso de tubos de PVC con alambre, e incluso uno sugirió el empleo del cerco eléctrico.

Otras inquietudes relacionadas con la viabilidad de la propuesta, mencionadas por los ejidatarios, se presentan a continuación:

- Que las plantas sembradas en el área de lindero puedan ser pisadas o comidas por el ganado, a pesar de la presencia de la cerca de exclusión.
- Que la falta de riego durante la época de sequía mate las plantas sembradas en el potrero durante el primer año de siembra. Al respecto un ejidatario sugirió realizar

la siembra durante la época de lluvias para evitar el riego, pues tendría que acarrear el agua desde la fuente hasta el sitio de la siembra.

- Que una vez pasados los seis años de siembra, cuando llegue la etapa de la cosecha, la mayor parte de los árboles no sean productivos.
- Que haya conflicto con los vecinos del terreno adyacente al lindero por los derechos de aprovechamiento de la cosecha.
- Que la cosecha sea robada por los vecinos del poblado y por los vecinos de las comunidades vecinas.
- Que la aceptación de la propuesta sea condicionada por la decisión de los demás ejidatarios en la asamblea ejidal.
- Que se puedan buscar créditos y apoyos de programas gubernamentales para la inversión que requiere el establecimiento y para la búsqueda de mercado para las cosechas.

El conocimiento de la experiencia de las uniones de productores locales en Puebla, para el manejo comunitario del sistema de producción y comercialización de pimienta gorda podría motivar a los ejidatarios de Laguna Escondida, que no se sienten dispuestos a asociarse, a desarrollar la propuesta del establecimiento de linderos como proyecto comunitario. Esta experiencia tiene una historia de organización de 23 años, que les ha permitido acceder a diferentes apoyos de dependencias gubernamentales estatales, federales e instituciones internacionales para el acopio y comercialización del producto, aún a nivel de exportación. El proceso de estas organizaciones locales podría ser tomado como modelo por los recolectores de Laguna Escondida, en caso de que estén dispuestos a consolidar la cadena productiva de este PFNM (Martínez et. al, 2004).

Discusión

Los resultados del valor presente neto del sistema de establecimiento de linderos de *P. dioica*, propuesto para una hectárea de potrero en Laguna Escondida, de acuerdo a las condiciones establecidas en el escenario hipotético, desincentivan la inversión por parte de los ejidatarios en esta actividad productiva. Sin embargo, las condiciones del escenario hipotético pueden variar para mejorar la viabilidad de la propuesta y entonces el

sistema de siembra de pimienta en los linderos de los potreros puede ser económicamente rentable.

El escenario hipotético propuesto puede ser económicamente rentable si el precio de un kg de pimienta comercializado alcanzara un precio en el mercado de \$12.5 MXN pesos. (VPN= \$ 166.0 MXN pesos). Esta opción implicaría que los acopiadores aumentarían cuatro veces el precio promedio que pagan actualmente por kg de frutos, lo cual podría ocurrir en un caso de extrema escasez de la oferta del producto en otras regiones del país, pero no ocurriría regularmente como parte de las condiciones del mercado de pimienta que se observan en la región. Sin embargo, de acuerdo a las observaciones llevadas a cabo en campo, la viabilidad de la propuesta puede mejorar, en términos más reales, al disminuir a la mitad los jornales empleados para el establecimiento de los linderos (\$18,776 MXN pesos), y los jornales empleados para el chapeo anual de la hectárea (\$600 MXN pesos). En este caso el VPN del sistema se torna positivo y equivale a \$342.8 pesos MXN cuando el precio de pimienta en el mercado alcanza \$7.6 pesos MXN / kg de fruto comercializado. Estas condiciones de costo de establecimiento se ajustan con mayor precisión al pago real que haría un ejidatario común por el establecimiento de los linderos y por el mantenimiento de la siembra en Laguna Escondida; y a su vez también responden con mayor fidelidad al rango de precios que se podrían pagar regularmente como parte del sistema de comercialización practicado en la región. Aunque el pago de \$7.6 pesos MXN / kg de fruto implica un sobre costo de \$ 1.6 pesos MXN / kg de fruto, por encima del precio máximo reportado por kg de fruto comercializado en Laguna Escondida y sus alrededores (\$ 6.0 pesos MXN / kg).

El valor comercial del sistema se puede mejorar aún más si las siembras para la producción de las plantas de vivero se llevan a cabo en bolsas con tierra de potrero, y este manejo aumenta la sobrevivencia de las plantas en el lindero de 0.58 a 0.63, como se observó en la parcela demostrativa. En este caso, al disminuir a la mitad los costos de establecimiento de la parcela, y lograr una sobrevivencia del 63% de las plantas sembradas durante el primer año de edad, el VPN del sistema se torna positivo cuando el precio de pimienta en el mercado alcanza \$7.1 pesos MXN / kg de fruto comercializado (VPN = \$70.8 pesos MXN). Si además, en estas condiciones se logra el pago del sobreprecio de \$ 1.6 pesos MXN / kg de fruto, entonces el valor comercial actual del

sistema de linderos sembrados con *P. dioica* se elevaría a \$ 2,041.8 pesos MXN. Y esta sería una opción de inversión muy rentable para los ejidatarios de Laguna Escondida, que en la actualidad están dispuestos a invertir su fuerza de trabajo en diversos mecanismos de generación de ingresos en potreros y solares –diferentes a la ganadería-, de los que no obtienen un ingreso mayor de \$500 a \$1,000 pesos anuales (Capítulo 2).

Si se quisiera aumentar aún más la rentabilidad del sistema de linderos de *P. dioica* con fines comerciales, es posible incorporar técnicas de cosecha al proceso de recolección, que permitan acceder a la totalidad de la oferta de frutos de los árboles, y no solo a los dos tercios de cosecha promedio, a los que se acceden en la actualidad. Con ésta mejora adicional, el valor comercial del sistema es rentable cuando el precio de pimienta en el mercado alcanza \$5.1 pesos MXN / kg de fruto comercializado, muy cercano a los \$4.5 pesos MXN promedio por kg que se pagan en la actualidad (VPN = \$267.9 pesos MXN). En este escenario, al recibir el pago máximo reportado en el sistema por kg comercializado (\$ 6.0 pesos MXN / kg), el valor comercial de la propuesta de establecimiento de linderos de uso comercial sembrados con *P. dioica* tienen una rentabilidad actual de \$5,589.7 pesos MXN, sin necesidad de buscar ningún sobre-costos en el mercado.

De tal manera que para el establecimiento de linderos de *P. dioica* en los potreros de Laguna Escondida, el escenario óptimo desde el punto de vista de la rentabilidad económica, debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Debe asegurar la sobrevivencia de al menos el 63% de las plantas sembradas en los linderos durante el primer año de edad.
- El costo de establecimiento de los linderos no debe exceder los \$18,766 pesos MXN (entre el pago de alambre y jornales); y el costo de mantenimiento anual no debe exceder los \$600 pesos MXN, por concepto de chapeo.
- El precio promedio recibido por kg de fruto comercializado debe ser de al menos de \$5.1 pesos MXN.
- Debe adoptar técnicas para la recolección de frutos que le permitan cosechar el 100% de la oferta de frutos disponible por árbol cosechado.

Sin embargo, para poder cumplir con el enfoque de restauración de la propuesta, y obtener con el establecimiento de los linderos los beneficios ambientales discutidos en los capítulos anteriores, es importante incorporar a las actividades de mantenimiento la práctica de re-siembra de los árboles muertos o dañados anualmente, para mantener la cobertura vegetal que ofrecen estos elementos del agroecosistema a las áreas degradadas. Así como también es importante evitar la remoción del 100% de la oferta de frutos de los árboles, para que los individuos de los linderos sigan atrayendo biodiversidad a las áreas de pastura, y sigan sirviendo como hábitats y corredores temporales para distintas especies. Estas prácticas modifican el escenario óptimo planteado anteriormente, conservando el nivel de cosecha actual como el nuevo óptimo de la propuesta, y elevando los costos de mantenimiento anual a \$2980 pesos MXN. Con estas condiciones el valor comercial del sistema de linderos de pimienta es rentable cuando el recolector recibe un pago de \$8.4 pesos MXN / kg de fruto comercializado (VPN= \$136.4 pesos MXN). El sobreprecio de \$2.5 pesos MXN / kg de fruto comercializado, y la diferencia del VPN entre el escenario óptimo desde el punto de vista económico, y el escenario óptimo desde el punto de vista biológico, visibilizan el costo de los servicios ambientales provistos por la presencia de los linderos en las áreas de potrero. Este valor representaría el costo de restauración de los atributos del ecosistema evaluados bajo el área de incidencia de la copa de *P. dioica*, y daría una estimación de valor al aumento de conectividad de los elementos del paisaje, y a la mayor dispersión de semillas en las áreas de potrero. Este valor sería de \$5,589.7 pesos MXN por hectárea. (VPN_{escenario óptimo económico}= \$5,589.7 pesos MXN; VPN_{escenario óptimo biológico}= \$136.4 pesos MXN).

Por otro lado, el resultado del valor presente neto del sistema de producción ganadera promedio practicada en una hectárea de potrero en Laguna Escondida, también resultó no ser económicamente rentable, de acuerdo a las condiciones en las que se desarrolla en la parcela promedio del ejido. Sin embargo, a pesar de este hecho, los ejidatarios no manifestaron su deseo por disminuir la inversión que hacen anualmente, desde hace 40 años, para mantener esta actividad productiva; y por el contrario manifestaron su aceptación cultural por la misma, expresando que la actividad ganadera es la única actividad productiva que representa una generación de ingresos permanente, durante el año, para las unidades familiares del ejido (Capítulo 3). Esto se puede explicar al tener en

cuenta que los ejidatarios no visualizan el valor comercial de la fuerza de trabajo invertida por ellos mismos en el sistema. De tal manera, que al obviar este elemento en el análisis de las utilidades de la parcela, el valor comercial de la actividad ganadera promedio alcanza un valor presente neto de \$8,908 pesos MXN por hectárea, el cual resulta muy atractivo para los ejidatarios de Laguna Escondida. En este escenario la fuerza de trabajo requerida para mantener el sistema está siendo subsidiada por ejidatarios y vecindados, a través de los acuerdos de cooperación establecidos entre ellos, pues ellos no están recibiendo actualmente un reconocimiento en dinero por su trabajo.

En este caso, la visualización del costo de la fuerza de trabajo de los ejidatarios es importante para dimensionar y compensar su aporte en la reversión de la tendencia de continuidad de los sistemas de producción que perpetúan la degradación del ejido. Estos costos deben ser internalizados en el análisis para poder llegar a un pago justo por su fuerza de trabajo, que en realidad retribuya el esfuerzo invertido, y les permita acceder a mejores oportunidades, sin tener que migrar del ejido, como sucede en la actualidad (Capítulo 2). Sin embargo, en la realidad, el pago por la fuerza de trabajo no es una inversión que los ejidatarios puedan hacer para el establecimiento de las iniciativas de producción; constituye más bien un parámetro de valoración que puede servir de referencia para el diseño de las políticas públicas que se requieren para la planeación de las iniciativas de restauración de las áreas degradadas.

De todas formas, las condiciones del escenario de la parcela promedio de ganadería del ejido pueden variar para mejorar la rentabilidad económica de esta actividad productiva. Por ejemplo, la adopción de tecnologías de bajo costo que favorezcan el incremento en tres veces de la producción de carne y leche de Laguna Escondida, de acuerdo a los parámetros sugeridos por Rangel-Carillo (2004), para un sistema de ganadería desarrollado en condiciones similares en Catemaco, ubicado al rededor de 10 km del ejido, dan como resultado un valor presente neto de la actividad ganadera de \$11,518 pesos MXN por hectárea. En este escenario es importante que se incremente la producción de los dos productos simultáneamente, carne y leche, pues el aumento de solo uno de ellos hace que el sistema siga presentando un VPN negativo (Producción actual de leche x 3 = VPN= \$ - 42,892 pesos MXN; Producción actual de carne x 3 = VPN= \$ - 26,945 pesos MXN). De igual manera, si la producción actual solo se duplica,

el VPN de ésta actividad sigue siendo negativo (VPN= \$ - 42,434 pesos MXN). En todos los escenarios de análisis de esta actividad productiva se observaron valores presentes netos positivos para los años de venta de leche y carne, y valores presentes netos negativos para los años en los que se vende leche solamente. Lo que quiere decir que la actividad ganadera se mantiene con pérdidas en los años en lo que el sistema no produce becerros para la venta. Estos datos corroboran las observaciones de los ejidatarios sobre la poca rentabilidad de la venta de leche como parte del sistema de producción, y sugieren que probablemente el sistema de ganadería para la producción exclusiva de carne, puede ser más rentable para los ejidatarios de Laguna Escondida.

Finalmente, al comparar los valores comerciales de los dos sistemas de producción, se observa que ni el escenario hipotético inicial para el establecimiento de los linderos sembrados con *P. dioica*, ni la parcela promedio de la actividad ganadera practicada en el ejido, son rentables económicamente. Al comparar los valores comerciales de los dos sistemas en el escenario en el cual los ejidatarios y vecindados subsidian con su trabajo el desarrollo de las actividades productivas, se observa que los dos sistemas de producción son rentables económicamente, pero la actividad ganadera constituye una mejor opción de uso de la tierra en el ejido, debido a que presenta un mayor rendimiento económico. La comparación de los valores comerciales de los dos sistemas en el escenario óptimo de rentabilidad económica indica que las dos actividades productivas son rentables, pero que el rendimiento de la actividad ganadera es mayor. Lo mismo se observa al comparar éstos valores en el escenario biológico óptimo para la recuperación de algunos de los atributos del ecosistema original en las áreas degradadas del ejido, pero en este escenario la diferencia de las utilidades recibidas por los ejidatarios en cada uno de los sistemas de producción es muy grande. En conclusión, la propuesta del establecimiento de una hectárea de linderos de uso comercial, empleando la especie arbórea *Pimienta dioica* para la restauración de los linderos de los potreros de ganadería del ejido Laguna Escondida, no es económicamente competitiva con la actividad ganadera que se desarrolla en esa misma área en los potreros del ejido. Aún en el escenario económico óptimo de la propuesta de linderos de uso comercial, la actividad ganadera presenta un rendimiento económico 0.48 veces mayor. Estos resultados contrastan con los reportes de Estrada et al. (1993) que mencionan que el rendimiento económico de las plantaciones monoespecíficas de la región de Los Tuxtlas es 1.4 veces

mayor que el rendimiento económico de la actividad ganadera que se practica en la región.

Tabla 5.4. Comparación de los VPN de los sistemas de establecimiento de una hectárea del sistema de linderos de *P. dioica* propuesto para la restauración de los potreros, y actividad ganadera promedio practicada en una hectárea de potrero, en Laguna Escondida.

Valor comercial del establecimiento de una hectárea del sistema de linderos de <i>P. dioica</i> propuesto para la restauración de los potreros de Laguna Escondida (VPN)	Valor comercial de la actividad ganadera promedio practicada en una hectárea de potrero en Laguna Escondida (VPN)
<ul style="list-style-type: none"> Pimienta en el escenario hipotético = \$ - 28,867 	<ul style="list-style-type: none"> Ganadería en la parcela promedio = \$ - 81,359
<ul style="list-style-type: none"> Pimienta en el escenario hipotético sin tener en cuenta la valoración económica de la fuerza de trabajo = \$ 7,052 	<ul style="list-style-type: none"> Ganadería en la parcela promedio sin tener en cuenta la valoración económica de la fuerza de trabajo = \$ 8,908
<ul style="list-style-type: none"> Pimienta, escenario óptimo económico = \$5,589 	<ul style="list-style-type: none"> Ganadería escenario óptimo de incremento de producción = \$11,518
<ul style="list-style-type: none"> Pimienta, escenario biológico óptimo = \$136 	<ul style="list-style-type: none"> Ganadería escenario óptimo de incremento de producción = \$11,518

Sin embargo, al tener en cuenta los valores no comerciales del establecimiento de *P. dioica* en los linderos de potreros, corroborados en este estudio - como son: su incidencia en la reversión del proceso de compactación del suelo de los potreros, en la mayor oferta de disponibilidad de nutrientes que promueve en el suelo bajo el área de su copa, en la oferta de mejores condiciones temperatura y humedad relativa del ambiente y de la superficie, y en la amortiguación que hace de las condiciones climáticas extremas en medio de las áreas expuestas de los potreros-, vale la pena buscar alternativas que subsidien la diferencia económica de valor presente neto observada entre los dos sistemas de producción.

Algunas de estas alternativas pueden ser la obtención de mayores ingresos para los productores a través de la adición de valor agregado al producto y la apertura de nuevas vías de mercado, pues las vías de comercialización existentes para la pimienta gorda en México actualmente favorecen más a los intermediarios que a los productores. Esto es evidente al observar que en 2004 los productores de pimienta gorda de Laguna Escondida recibieron menos del 18% del precio de venta internacional establecido para el producto ese año (\$2.2 dólares / kg) (Martínez, et. al, 2004).

Otra manera de optimizar el rendimiento económico de la propuesta de linderos de uso comercial es el desarrollo de una estrategia de capacitación que permita a los recolectores implementar técnicas de cosecha que no perjudiquen el desarrollo de los árboles cosechados, favoreciendo la disponibilidad del recurso todos los años.

Una última alternativa es la promoción de la propuesta del establecimiento de linderos de *Pimenta dioica* en los potreros, desde el diseño de políticas públicas locales y nacionales, para el manejo de este PFNM en el país. Este nivel de acción requeriría de la intervención del Estado para articular a las organizaciones de productores con el mercado, para asegurar la mejora de las cadenas de comercialización para el producto, y para que el beneficio logrado se dirija hacia los productores de una manera más justa (Brady y Merino, 2004). Otros beneficios de la intervención institucional podrían contemplar como política de manejo para la especie la amortiguación de las fluctuaciones de la demanda de las que depende el precio pagado por kg de producto, ya que la inversión del establecimiento de linderos de *P. dioica* es riesgosa frente a la inestabilidad que caracteriza el mercado internacional de pimienta gorda (Martínez et. al, 2004). Estos subsidios también deben contemplar la inversión en estudios y apertura de mercados, en la construcción del capital social, y en la generación de instituciones locales; todas éstas alternativas por medio de las cuales se podría promover la obtención de los beneficios comerciales y no comerciales de la propuesta del establecimiento de linderos sembrados con *P. dioica* en las áreas degradadas (Brady y Merino, 2004). Sin embargo en México no existe una política clara para el manejo de de los PFNM, y en la actualidad no se ha visualizado la importancia y el potencial de estos productos en el país. Solo tienen este nivel de reconocimiento de importancia el café (*Coffea arabiga*), el cacao (*Theobroma cacao*) y la canela (*Cinnamomum zeylanicum*) (Segura, 2004).

Bibliografía

- Aide, T.M., 2000. Clues for tropical forest restoration. *Restoration Ecol.* 8, 327.
- Altieri, M., Nicholls, C., 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. PNUMA. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. 250 pp.
- Anguiano-Martinez, J.A., 2002. Análisis comparativo del crecimiento a largo plazo de especies arbóreas de la selva alta perennifolia en Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis para obtener el grado académico de maestro en ciencias biológicas. Biología ambiental. Instituto de Biología. UNAM. México D.F. 121 pp.
- Aronson, J., Floret, C., Le-Floc'h, E., Ovalle, C., Pontainer, R., 1993. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the south. *Restoration Ecol.* 1, 8-17.
- Bancomext., 2001. Directorio comercial de México Bancomext. Directorio de exportadores. Disponible en:
www.bancomext.com/Bancomext2001/Diex/index.html
- Barrera-Bassols, N., 1995. Ganadería y deforestación en Veracruz. Procesos ecológicos y económicos de un espacio tropical. Tesis para obtener el grado académico de maestro. Instituto de Investigaciones Antropológicas. UNAM. México.
- Bocco, G., Garcia, O., 1992. Researching gully erosion in Mexico. *J. Soil Water Conserv.* 47, 365-367.
- Brady, D., y Merino, L., 2004. La Experiencia de las comunidades forestales en México. SEMARNAT, INE, Y CCMSS. México D.F.
- Brañez, R., 2000. Manual de derecho ambiental mexicano. México. Fondo de Cultura Económica. México D.F., México. 770 pp.
- Brun, V., Tallet, B., Palma, R., 2006. Cambios productivos e impactos en los tratos agrarios en el sotavento veracruzano. Memorias. Coloquio internacional CIESAS-IRD Cuestión agraria y cambio social en el campo mexicano: viejas interrogantes y ruralidades emergentes. Xalapa, Veracruz. 08-10 de noviembre 2006.

Carrasco, P. 2004. Análisis de la capacidad de germinación, establecimiento y propagación vegetativa de un grupo de especies de Los Tuxtlas. Tesis de Maestría Instituto de Ecología. UNAM. 120 pp.

Chapman, G., 1964. Some aspects of dioecism in Pimento (Allspice). *Ann. Bot. N.S.*, 28, 451-458.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2004. Programa de conservación y manejo de la reserva. Borrador. Catemaco, Veracruz. 120 pp.

Connell, J., Saltyer, R., 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.* 111, 1119-1144.

De-Guzman, C. C., Siemeoasma, J. S. (eds) 1999. Plant Resources of South East Asia. No. 13. Species. Bogor, Indonesia.

Descripción botánica de *Pimenta dioica* (basada en: http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search_vast; <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=PIDI2>; Landrum 1986; Sánchez-Vindas 2001 y observaciones personales)

Dirzo, R., 1991. Rescate y restauración ecológica de la Sierra de Los Tuxtlas. *Cienc. Desarro.* 17, 33-46.

Dirzo, R., Garcia, M., 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeast Mexico. *Conserv. Biol.* 6, 84-90.

Durand, L., Lazos, E., 2004. Colonization and tropical deforestation in the Sierra Santa Marta, sothern México. *Environ. Conserv.* 31, 11-21.

Estrada, A., Coates-Estrada, R., Merrit, D., 1993. Bat species richness and abundance in tropical rainforest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecograph.* 16, 1-10.

Estrada, A., Coates-Estrada, R., Anzures-Dadda, A., Cammarano, P., 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fregments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, México. *J. Trop. Ecol.* 14, 577-593.

Estrada, A., Coates-Estrada, R., 2005. Diversity of neotropical migratory landbird species assemblages in forest fragments and man-made vegetation in Los tuxtlas, México. *Biodivers. Conserv.* 14, 1719 – 1734.

Estrada, A., 2006. Human and non-human primate co-existence in the Neotropics: a preliminary view of some agricultural practices as a complement for Primate conservation. *Ecol. Environ. Anthropol.* 2, 17-29.

FAO., 2004. Wood and Non-Wood Products. Utilisation Branch. What are NWFP. Rome.

Forman, R.T., Godron, M., 1986. Landscape Ecology. John Wiley and Sons. USA. 619 pp.

GEF., PNUD., SEMARNAP., 2000. Manejo Integrado de ecosistemas en tres regiones prioritarias. México D. F., México C. D.

González-Sierra, J., 1991. Los Tuxtlas. En: Veracruz: Imágenes de su Historia. Archivo General del Estado de Veracruz. México.

Guevara, S., Laborde, J., Sanchez-Rios, G. (eds.). 2004. Los Tuxtlas: El paisaje de la sierra. Instituto de Ecología A.C., Unión Europea. Xalapa, Veracruz., Mexico. 288 pp.

Guiarte-Flores, M., 2004. Foros de ganadería de leche. Engormix.
http://www.engormix.com/informacion_sobre_ganado_simmental_ref_20_forumsvi_ew2935.htm

Gonzalez-Montagut, R., 1999. Factors That Contributed to the Expansion of Cattle Ranching in Veracruz, Mexico. *Mex. Stud.* 15, 101-130.

Gonzalez-Soriano, E., Vogt, R. C., Dirzo, R. (eds.). 1997. Historia natural de Los Tuxtlas. Ciudad de Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México. 647 pp.

Hogan, K. P., Machado, J. L., 2002. La luz solar: Consecuencias biológicas y su medición. En *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Guariguata, M. R., Kattan, G. H., Libro Universitario Regional. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 119-143 pp.

Harvey, C., Tucker, N., Estrada, A., 2004. Can live fences, isolated trees and windbreaks help conserve biodiversity within fragmented tropical landscapes? In: *Agroforestry and conservation of biodiversity in tropical landscapes*. Goetz, S., Fonseca, G., Gascon, C., Vasconcelos, H., Izac, A.M., Harvey, C. (eds). Island Press Inc. pp. 261-289.

Hernández, F., 1959. Historia Natural de Nueva España. Vols. 1 y 2. Obras Completas, Tomos II y III. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México.

Holl, K., Loik, M.E., Samuels, I., 2000. Tropical mountain forest restoration in Costa Rica: Overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecol.* 8, 339-349.

Ibarra-Manriquez, G., Ricker, M., Angeles, G., Sinaca, C. S., Sinaca, C., M. A., 1997. Useful plants of the Los Tuxtlas rain forest (Veracruz, Mexico): Considerations of their market potential. *Econ. Bot.* 51, 362-376.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 1997. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural. SEMARNAP. México, D.F. 207 pp.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1996. Veracruz. Resultados definitivos. Tabulados básicos. Censo de Población y Vivienda 1995. INEGI, México. Formato digital, 1 disco compacto.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2000. Registro Agrario Nacional. Plano Interno del Ejido Laguna Escondida. Municipio San Andrés Tuxtla. Veracruz. Escala 1: 5000 . Clave 30-141-013.

Instituto Nacional Indigenista 1997. Pimienta gorda mexicana. Manual de Cultivo beneficiado y empaque, México, D. F. 34 pp.

Kotar, J., 1997. *Silviculture and ecosystem management: Applications for sustainable forest and wildlife resources.* Yale University Press. New Have and London. 384 pp.

Landrum, L. R., 1986. *Campomanesia, Pimenta, Blepharocalyx, Legrandia, Acca, Myrrhynium, and Luma* (Myrtaceae). *Flora Neotrop. Monogr.* 45-83.

Lange, D., 1998. *Europe's medicinal and aromatic plants: Their use, trade and conservation.* TRAFFIC. International, Cambridge, UK.

Ley Agraria. Diario Oficial de la Federación el 26 de febrero de 1992. . Titulo tercero de los ejidos y comunidades. Capítulo I de los ejidos. México. 40 pp.

Lot-Helgueras, A., 1976. La Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas: pasado, presente y futuro. En: Gomez-Pompa, A., Vásquez-Yañez, C., Del Amo-Rodríguez, S., Butanda-Cervera, A. (eds.). 1976. *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México.* Cia. Editorial Continental, México. 31-69 pp.

Malagon, D., Pulido, C., Llinas, R. D., Chamorro, C., 1995. Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología. Santa Fe de Bogotá., Colombia. 632 pp.

Martinez-Alfaro, M., Evangelista, V., Mendoza M., Basurto, F., Mapes, C., 2004. Estudio de la pimienta gorda, *Pimenta dioica* (L.) Merrill, un producto forestal no maderable de la Sierra Norte de Puebla, México. En: Alexiades, M., Shanley, P. (eds.). 2004. Productos forestales, medios de subsistencia y conservación. Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. Volumen 3 - America Latina. CIFOR. Indonesia. 116 pp.

Martinez R., 2004. Non timber forest products in Colombia, and mechanisms to improve its commercialization. Masters. Thesis. Of the Natural Resource Economics at The University of Queensland. School of Natural and Rural Systems Management. Brisbane, Australia. 108 pp.

Martinez-Garza, C., 2003. Selecting late successional trees for tropical forest restoration. Phd. Thesis. University of Illinois, Chicago. USA, 161 pp.

Mendoza, E., Fay., Dirzo, R., 2005. A quantitative analysis of forest fragmentation in Los Tuxtlas, Southeast Mexico: Patterns and implications for conservation. Rev. Chil. Hist. Nat. 78, 451-467.

Molnar, A., 2004. Changes in global forest tenure. En: Gobierno de Honduras. 2004. Memorias del Seminario Taller "El Bosque, Recurso para el Desarrollo". Forest Trends. Tegucigalpa, Honduras.

Ostrom, E. 2000. El Gobierno de los Bienes Comunes. FCE-UNAM. México. pp 395.

Paré, L., 1995. La deforestación en la Sierra de Santa Marta, Veracruz o el descenso del dios jaguar de la montaña. Causas, impactos y unas pocas alternativas. En: Paz M.F., 1995. De bosques y gente. Aspectos sociales de la deforestación en América Latina. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. UNAM. Cuernavaca, México. 53-87 pp.

Parrow, M., and Davy, A., 2002. Handbook of Ecological Restoration. Volume 2. Principles of Restoration. Cambridge University Press.

Perez, F., 1994. La Selva Rescatada. Crónica de Xalapa. Xalapa, Ver. 25 de Noviembre.

Perez-Salazar M., 1993. Nota Informativa (Mayo 1993). Dirección General de Patrimonio. UNAM.

Peters, C. M., Gentry, A., Mendelson., 1989. Valuation of an amazonian rainforest. *Nature*. 339, 655-656

Pickett, S., Mcdonnell, M.J., 1989. Changing perspectives in community dynamics: A theory of successional forces. *Trends Ecol. Evolut.* 4, 241-245.

Ramírez, R., 1993. Vegetación y uso del suelo en la Sierra de Santa Marta. Cuaderno de Investigación del PSSM A.C. No. 2 Xalapa. IIS – UNAM.

Rangel-Carillo, A., 2004. Foros de ganadería de leche. Engormix. http://www.engormix.com/informacion_sobre_ganado_simmental_ref_20_forumsvi_ew2935.htm

Reining, C., Heinzman, R., 1992. Nontimber forest products in the Petén, Guatemala: Why extractive reserves are critical for both conservation and development. En: Plotkin, M., Famoreale, L., (1992). Sustainable harvest and marketing of rain forest products. Conservation International. Island press. Washington D.C. 110-117 pp.

Reserva de Biosfera. "Los Tuxtlas". 2003. Programa de conservación y manejo. Primer borrador no publicado. 120 pp.

Reining, C., Heinzman, R., 1992. Nontimber forest products in the Petén, Guatemala: Why extractive reserves are critical for both conservation and development. En: Plotkin, M., Famoreale, L., Sustainable harvest and marketing of rain forest products. Conservation International. Island press. Washington D.C. pp 325.

Ricker, M., Daly, D., 1998. Botánica económica en bosques tropicales: principios y metodos para su estudio y aprovechamiento. Editorial Diana, México D. F., Mexico, 293 pp.

Ricker, M., Mendelsohn, R., Daly, D., Angeles, G., 1999. Enriching the rainforest with native fruit trees: An ecological and economic analysis in Los Tuxtlas (Veracruz, México). *Ecol. Econom.* 31, 439-448.

Ricker, M., Del Rio, R., 2004. Projecting diameter growth in tropical trees: A new modeling approach. *Forest. Sci.* 50, 213-224.

Ruiz, A., 2001. La Visión del Desarrollo Rural Integral para México. Memorias del Foro Nacional "El Desarrollo rural Integral: Una oportunidad para México". Marzo 2001. SAGARPA, subsecretaria de Desarrollo Rural. 23 pp.

Salafsky, N., Dugelby, B., Terborgh, J., 1993. Can extractive reserves save the rain forest? An ecological and socioeconomic comparison of nontimber forest product extraction systems in Petén, Guatemala, and West Kalimantan, Indonesia. *Conserv. Biol.* 7, 39-52.

Salafsky, N., Dugelby, B., Terborgh, J., 1993. Can extractive reserves save the rain forest? An ecological and socioeconomic comparison of nontimber forest product extraction systems in Peten, Guatemala and west Kalimantan, Indonesia. En Samson, F. B., Knopf, F. L. (1996). *Ecosystem Management. Selected readings*. New York : Springer, New York. USA. 462 pp.

Sanchez-Vindas, P. E., 2001. *Pimenta*, En: W. D. Stevens, C. Ulloa U., A. Pool., O. M. Montiel., 2001. *Flora de Nicaragua. Monogr. Syst. Botany Missouri Bot. Gard.* 85, 1-2666.

Saunders, D. A., Hobbs, R.J., Margules, C.R., 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conserv. Biol.* 5, 18-32.

Schmink, M., 1995. La matriz socioeconómica de la deforestación. En: Paz, M.F., 1995. *De bosques y gente. Aspectos sociales de la deforestación en América Latina*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. UNAM. Cuernavaca, México. 17-51 pp.

Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), CRUO-UACH y PSSM, A.C., 1997. Programa de Desarrollo Regional Sustentable de Los Tuxtlas - Santa Marta. Tomos I - VIII.

SEDUVER., 1993. Programa de ordenamiento urbano del sistema de ciudades de los tuxtlas. Unidad de Planeación-SEDUVER. 149 pp.

Segura, G., 2004. Community enterprises for sustainable forest use: the case of México. En: Gobierno de Honduras. 2004. *Memorias del Seminario Taller "El Bosque, Recurso para el Desarrollo"*. Forest Trends. Tegucigalpa, Honduras.

Shanley, P., Pierce, A., Laird, S. A., Guillén, A., (eds.). 2002. *Tapping the green market. Certification and Management of Non-Timber Forest Products*. Earthscan Publications Ltda..London. 400 pp.

Standley, P. C., 1920-1926. *Trees and Shrubs of México*. Contributions from the United States National Herbarium. 23, 1-1721.

Téllez, K., 1994. *La Modernización del Sector Agropecuario y Forestal*, Fondo de Cultura Económica, México. 316 pp.

Toledo, V.M., Carabias, J., Toledo, C., González-Pacheco, C., 1989. La producción rural en México: Alternativas ecológicas. Colección Medio Ambiente Número 6. Fundación Universo XXI. México.

Valdes, J., Flores, H., 1985. Historia de las plantas de Nueva España, en Comentarios a la Obra de Francisco Hernández. Obras Completas, Tomo VII. Mexico, D. F. Universidad Nacional Autónoma de México. 7-222 pp.

Weiss, E.A., 2002. Spice Crops. CABI Publishing. New York. 411 pp.

Wollenberg, E., Ingles, A. (eds.), 1998. Incomes from the forest. Methods for the development and conservation of forest products for local communities. CIFOR/IUCN. Bogor, Indonesia. 227 pp.

Anexo 1. Cuestionarios de entrevista

Cuestionario de entrevista 1. Censo del poblado Laguna Escondida. Conformación de la unidad familiar, estructura de edades, escolaridad y migración.

Fecha _____ Entrevista # _____
Nombre _____ Edad _____
Ocupación _____
Posición en la unidad familiar _____

¿Cuántas personas conforman su familia?
¿Cuántas de ellas viven en Laguna?
¿Cuántos van a la escuela?
Los que viven fuera ¿Dónde se encuentran?

¿Qué actividades realizan?

¿Por qué se fueron?

Cuestionario de entrevista 2. Caracterización de los mecanismos de generación de ingresos de los pobladores de Laguna Escondida

Fecha _____ Entrevista # _____
Nombre _____ Edad _____
Ocupación _____
Posición en la unidad familiar _____

¿Es usted ejidatario / vecindado?
¿Qué tamaño tiene su solar?
¿Qué actividades realiza usted en su solar? ¿Estas actividades le generan ingresos?

¿Aprovecha usted algunos recursos de la selva?
¿Cuáles? ¿Cada cuánto? ¿Gana usted dinero por esta actividad?
¿Cuánto?

¿Trabaja usted su propia tierra en agricultura, ganadería?
¿Recibe ingresos por esta actividad?
¿Cuánto representa este dinero al mes?
¿Ese ingreso es constante durante el año?

¿Hay migrantes en su familia?
¿Recibe usted alguna remesa de sus familiares?

¿Recibe usted algún subsidio del gobierno?
¿Cual?
¿A cuánto dinero corresponde al año?

¿Recibe usted algún tipo de jornal o salario?
¿Cuánto ingreso representa esta entrada al mes?
¿Lo recibe durante todo el año?
¿De dónde recibe su salario?

¿Recibe su familia ingresos por concepto de de otra actividad?
¿Cual?

Cuestionario de entrevista 3. Caracterización del sistema de producción de la actividad ganadera en el ejido Laguna Escondida

Fecha _____ Entrevista # _____
 Nombre _____ Edad _____
 Ocupación _____
 Posición en la unidad familiar _____

1. Proceso de establecimiento de las parcelas productivas

¿Es usted ejidatario? ¿Qué tipo de monte había en su parcela antes de la tumba? ¿Hace cuanto tiempo fue eso? ¿Qué pasos tuvo que seguir para transformar el monte en una parcela productiva?

2. Caracterización de la propiedad

¿Qué tamaño tiene su potrero? ¿Cuántas vacas tiene? ¿Cuántas vacas tiene usted por Ha? ¿Cuál es la proporción de becerros y vacas que mantiene usted allí?

3. Caracterización de la actividad

Si usted tiene vacas, ¿Cuáles de las siguientes actividades realiza actualmente? ¿Quién la hace? ¿Con qué frecuencia?

Actividad	¿Quién lo Hace?	¿Paga? ¿Cada Cuánto?	¿Cuántas veces al año?	¿Cuánto tiempo invierte en esta actividad / Ha / año?
Tumba				
Quema				
Siembra de pasto				
Establecimiento de cercas vivas				
Chapeo				
Aplicación de Insumos				
Ordeño				
Sacrificio				
Transporte				
Venta				
Otros				

Para el mantenimiento de sus vacas ¿Qué insumos de la siguiente lista utiliza?, ¿Cada cuánto tiempo lo aplica? ¿Cuánto cuesta?:

Fertilizantes Herbicidas Plaguicidas Semillas mejoradas Vacunas Antibióticos
 ¿Otros? ¿Cuáles? ¿Invierte usted dinero en alguna otra actividad para el establecimiento o mantenimiento de sus vacas?

¿Cada cuánto tiempo obtiene usted carne o leche? ¿Durante cuánto tiempo obtiene usted producción de un animal? ¿Cuánto tiempo debe esperar para obtener la primera producción? ¿Tiene usted pérdidas por causa de que se le mueran los animales? ¿Por qué?

¿Cuánto producto saca usted de una vaca anualmente? ¿Cuánto dinero gana por esta producción? ¿A quién le vende? ¿Cuánto cuesta su producto en el mercado? ¿En qué mercados vende?

¿De qué raza son sus vacas? ¿Qué pasto usa? ¿Tiene usted las vacas siempre en el mismo potrero? ¿Qué hace con la falta de agua cuando llega el verano?

Cuestionario de entrevista 4. Evaluación de la disponibilidad de los ejidatarios de Laguna Escondida para la siembra de *Pimenta dioica* en los linderos de sus potreros de ganadería.

Fecha _____ Entrevista # _____
 Nombre _____ Edad _____
 Ocupación _____
 Posición en la Unidad Doméstica _____

- ¿Tiene usted cercas vivas?
- ¿Qué beneficios le ve a la siembra y uso de cercas vivas?
- ¿Qué desventajas le encuentra?
- Si usted tiene cercas vivas ¿Qué árboles tiene en ellas?
- ¿Utiliza usted esos árboles? ¿Para qué?
- Si no tiene cercas vivas ¿Le gustaría establecerlas en su potrero?.
- Si las tiene ¿Le interesaría sembrar pimienta como parte de ellas?
- ¿Qué ventajas y desventajas le ve usted a la siembra de pimienta?
- ¿Estaría usted dispuesto a esperar 6 años para la primera cosecha?
- ¿Estaría usted dispuesto a asociarse para comercializarla? ¿Con quien?

Teniendo en cuenta que la siembra de la pimienta requiere del llevar a cabo las siguientes actividades, conteste:

Actividad	¿Quién lo haría?	¿Cuánto tiempo le tomaría esta actividad?	¿Estaría dispuesto a invertir el tiempo y el dinero necesarios?
Búsqueda de la semilla			
Despulpe			
Cuidado de las plantas en condiciones de vivero			
Riego en época seca			
Limpieza del terreno			
Apertura de hoyos			
Siembra			
Establecimiento del sistema de protección de las plantas en el potrero			
Chapeo y poda			
Cosecha			
Despique			
Secado			
Transporte			
Venta			
Otros			

Anexo 2. Tablas

Tabla 2.1. Censo del poblado Laguna Escondida (2004). Conformación de la unidad familiar, estructura de edades, escolaridad y migración.

Fuente: Entrevistas aplicadas al 100% de las unidades familiares del poblado (N=22) en 2004, con base en el cuestionario de entrevista 1. Anexo 1. Derechos de propiedad de la tierra de la unidad familiar: **a.** Avecindados. **b.** Ejidatarios.

Familia número	Unidad familiar (UF)	Generación número	Integrantes de la UF	Hijos	Hijos que conformaron una nueva UF en el poblado	Migrantes de la UF			Dependientes económicos	Estructura de edades de los Integrantes de la UF que habitan en el poblado				Observaciones
						Migrantes temporales	Migrantes permanentes	Total		Niños menores de 6 años	Niños entre 6 y 15 años	Mayores de 15 años	Total	
1	Braulio Gómez y María Helena Sinaca ^a	2	5	3	0	1	1	2	4	0	1	2	3	El niño que cursa la secundaria vive fuera de la comunidad. El padre de familia es migrante en EEUU. Uno de los niños asiste a la primaria en el poblado.
2	Lázaro y Lourdes Velasco ^a	2	4	2	0	0	1	1	3	1	1	1	3	El padre de familia es migrante en EEUU. Uno de los niños asiste a la primaria en el poblado.
3	Oneida Sinaca ^a	2	3	2	0	0	0	0	3	1	1	1	3	Uno de los niños asiste a la primaria en el poblado.
4	Ramiro Sinaca y Susana ^a	2	4	2	0	0	0	0	4	2	0	2	4	
5	Jesús y Gloria Sinaca ^a	2	5	3	0	0	0	0	5	2	1	2	5	Un niño asiste a la primaria en el poblado.
6	Porfirio y Salomé Campechano ^a	3	6	4	0	2	0	2	6	0	2	2	4	Dos hijos van a la secundaria y dos asisten a la primaria en el poblado.
7	Abraham Paxton y Victoria ^a	2	6	4	0	0	0	0	6	0	4	2	6	Cuatro niños asisten a la primaria en el poblado.
8	Juan Gómez y Lucía ^a	2	3	1	0	0	0	0	3	1	0	2	3	
9	Luis Paxton y Marina ^a	3	3	1	0	0	0	0	3	1	0	2	3	
10	Ernesto Campechano y Teresa Sinaca ^a	2	12	10	2	0	8	8	2	0	0	2	2	Luisa y Salome conformaron su familia en la comunidad.
11	Domingo Velasco y Minerva Sinaca ^b	1	5	3	2	0	1	1	2	0	0	2	2	Lourdes y Eladio conformaron su familia en la comunidad. Uno de sus hijos es migrante en EEUU.

Familia número	Unidad familiar (UF)	Generación número	Integrantes de la UF	Hijos	Hijos que conformaron una nueva UF en el poblado	Migrantes de la UF			Dependientes económicos	Estructura de edades de los integrantes de la UF que habitan en el poblado				Observaciones
						Migrantes temporales	Migrantes permanentes	Total		Niños menores de 6 años	Niños entre 6 y 15 años	Mayores de 15 años	Total	
12	Aurelio Sinaca y Odilia David ^b	1	12	11	2	0	8	8	2	0	0	2	2	La mayoría de los hijos crecieron y migraron a Veracruz. Teresa se quedó en la comunidad.
13	Jorge Velasco y Luisa Campechano ^b	1	6	4	0	0	3	3	3	0	1	2	3	De los mayores uno es casado y dos están en Veracruz. Uno de los niños asiste a la primaria en el poblado.
14	Nerreo Sinaca y Delfina Ortiz ^b	1	9	7	3	0	4	4	2	0	0	2	2	Armando, Ramiro y Gloria conformaron su familia en la comunidad. Dos hijos migraron por matrimonio y dos más por problemas en la comunidad.
15	Armando Sinaca y Martha ^b	2	5	3	0	2	0	2	5	1	0	2	3	Dos hijos van a la secundaria.
16	Felicita Sinaca ^b	1	13	12	2	0	10	10	1	0	0	1	1	Pedro y Abraham formaron su familia en la comunidad. Los otros 10 hijos crecieron y migraron a diferentes ciudades.
17	Pedro Paxtion y Lucía ^b	2	5	3	1	0	2	2	2	0	0	2	2	Luis conformó su familia en la comunidad. Dos de los hijos migraron a Coahuila.
18	Tomas Sinaca ^b	1	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	Juan y Braulio conformaron su familia en la comunidad. Uno de los hijos es el datario de Tlulapán. Una hija migró a Veracruz y otra a Coatzacoalcos. * Ellos cuidan de los 5 nietos. Tres de los niños asisten a la primaria en el poblado.
19	Juan Gómez y Margarita ^b	1	12*	5	2	1	3	4	7	0	3	3	6	
20	Eladio Velasco y Maribel ^b	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	
21	Isauro Sinaca ^b	2	5	3	0	0	0	0	5	2	1	2	5	Uno de los niños asiste a la primaria en el poblado.
22	Antonio Suárez ^b	4	7	5	0	0	0	0	7	5	0	2	7	
Total		4	120	89	14	6	42	48	78	16	15	41	72	
Promedio		2	6	4	1	0	2	2	4	1	1	2	3	

Tabla 2.2. Padrón de ejidatarios de Laguna Escondida por generación. Aporte de los ejidatarios a la migración y permanencia de la población en el ejido. Fuente: Entrevistas aplicadas al 100% de las unidades familiares del poblado Laguna Escondida (N=22) en 2004, con base en el cuestionario de entrevista 2. Anexo 1.

Padrón de ejidatarios de Laguna Escondida por generación													
Generación 1	Ejidatarios fundadores (N=8)	Sabino Málaga C.	Aurelio Sinaca T.		Tomás Sinaca T.	Felicita Sinaca T.	Nereo Sinaca T.		Juan Gómez	Jorge Velasco G.*	Domingo Velasco G.	Total (%)	
	Hijos	0	11	1	12	7	5	4	3	43 (100)			
	Hijos ejidatarios	0	2	0	1	2	0	0	1	6 (14)			
	Hijos avecindados	0	0	0	1	3	2	0	1	7 (16)			
	Hijos ejidatarios migrantes permanentes	0	1	0	0	1	0	0	0	2 (5)			
	Hijos migrantes permanentes que no son ejidatarios ni avecindados	0	9	1	10	3	3	3	1	30 (70)			
Generación 2	Hijos de ejidatarios fundadores con derechos ejidales (N=6)	---	Isauro Sinaca D.	Teresa Sinaca *		---	Pedro Paxtion S.	Aurelio Sinaca O.	Armando Sinaca O.	---	---	Eliadio Velasco S.	Total (%)
	Hijos	--	3	10	--	3	0	3	--	--	0	19 (100)	
	Hijos ejidatarios	--	0	3	--	0	0	0	--	--	0	3 (16)	
	Hijos avecindados	--	0	1	--	1	0	0	--	--	0	2 (11)	
	Hijos ejidatarios migrantes permanentes	--	0	2	--	0	0	0	--	--	0	2 (11)	
	Hijos migrantes permanentes que no son ejidatarios ni avecindados	--	0	6	--	2	0	0	--	--	0	12 (63)	
Generación 3	Nietos de ejidatarios fundadores con derechos ejidales (N=3)	--	---	Luisa Campechano S.*	Onorio Campechano S.	Abel Campechano S.*	--	--	--	--	--	Total (%)	
	Hijos	--	--	4	0	0	--	--	--	--	--	--*	
Ejidatarios por compra de derechos	Ejidatarios sin lazos de consanguinidad con los pobladores del ejido (N=3)	--	--	--	--	Antonio Suárez *	--	--	--	--	Javier Palacios D.	Ricardo Palacios	Total (%)
	Hijos	--	--	--	--	5	--	--	--	--	0	4	9 (100)

* **Observaciones:** 1. Los ejidatarios de tercera generación y los ejidatarios por compra de derechos no tienen hijos ejidatarios o avecindados en Laguna Escondida. 2. Jorge Velasco Gómez, de la generación de ejidatarios fundadores, y Luisa Campechano Sinaca, de la tercera generación, conforman una misma unidad familiar, por lo cual los datos de la UF solamente fueron tomados en cuenta para la generación de fundadores.

Tabla 2.3. Padrón de avciendados de Laguna Escondida por generación.

Fuente: Entrevistas aplicadas al 100% de las unidades familiares del poblado Laguna Escondida (N=22) en 2004, con base en el cuestionario de entrevista 2. Anexo 1.

Padrón de avciendados de Laguna Escondida por generación														
Generación 1	Ejidatarios fundadores (N=8)	Sabino Málaga C.	Aurelio Sinaca T.	Tomás Sinaca T.	Felicita Sinaca T.	Nereo Sinaca T.			Juan Gómez		Jorge Velasco G.*	Domingo Velasco G.	Total	
	Hijos	0	11	1	12	7			5		4	3	43	
	Hijos avciendados	0	0	0	1	3			2		0	1	7	
Generación 2	Hijos de ejidatarios fundadores que habitan en el poblado y no tienen derechos ejidales (N=7)	---	---	---	Abraham Paxtion S.	---	Ramiro Sinaca O.	Gloria Sinaca O.	Oneida Sinaca O.	Braulio Gómez	Juan Gómez	---	Lourdes Velasco S.	Total
	Hijos	--	--	--	4	--	2	3	2	3	1	--	2	17
	Hijos adultos que permanecen en la comunidad	--	--	--	0	--	0	0	0	0	0	--	0	0
Generación 3	Nietos de ejidatarios fundadores que habitan en el poblado y no tienen derechos ejidales (N=2)	--	Salomé Campechano S.*	--	--	Luis Paxtion *	--	--	--	--	--	--	--	Total
	Hijos	--	4	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	5
	Hijos adultos que permanecen en la comunidad	--	0	--	--	0	--	--	--	--	--	--	--	0

* **Observaciones:** 1. Los avciendados de tercera generación son hijos de los ejidatarios de segunda generación.

Tabla 2.4. Distribución de la tierra productiva por ejidatario (2004).

Fuentes: 1. Cálculos del área de las parcelas basados en la consulta del mapa de parcelación del Registro Agrario Nacional (INEGI, 2000) (Figura). 2. Identificación de los propietarios por parcela con base en la entrevista con el comisariado ejidal (Domingo Velasco) sobre la historia de poblamiento de Laguna Escondida. **h.** Habita en el poblado. **nh.** No habita en el poblado.

(*) Parcelas sobre las cuales se cedieron los derechos ejidales en 2003.

Padrón de ejidatarios		Distribución de la tierra			Generación a la que pertenece
Número	Nombre	Porcentaje que posee de las tierras productivas	Hectáreas por ejidatario	Código del mapa RAN (Hectáreas por parcela)	
1	Aurelio Sinaca Temich ^h	0.7	1.7	15 (1.7)	1
2	Javier Palacios Domínguez ^{nh}	2.0	5.0	14 (5.0)	Ejidatario por compra de derechos
3	Sabino Málaga Cortes ^{nh}	2.0	5.0	25 (5.0)	1
4	Aurelio Sinaca Ortiz ^{nh}	2.5	6.0	13 (6.0)	2
5	Eladio Velasco Sinaca ^h	3.1	7.7	19 (7.7)	2
6	Juan Gómez ^h	3.9	9.6	11 (9.6)	1
7	Isauro Ismael Sinaca David ^h	4.1	10.0	31 (3.7) 24 (6.3)	2
8	Jorge Velasco Gómez ^h	4.3	10.6	26 (6.3) 2 (4.3)	1
9	Pedro Paxtion Sinaca ^h	4.6	11.3	8 (11.3)	2
10	Felicita Sinaca Temich ^h	4.6	11.3	5 (6.7) 20 (4.7)	1
11	Luisa Campechano Sinaca ^h	4.9	11.9	22 (11.9)	3
12	Onorio Campechano Sinaca ^{nh}	5.3	12.9	9 (12.9)	3
14	Tomás Sinaca Temich ^h	6.1	14.9	27 (1.4) 23 (13.5)	1
13	Domingo Velasco Gómez ^h	6.1	14.9	12 (14.9)	1
15	Ricardo Palacios ^{nh}	6.3	15.4	16 (15.4)	Ejidatario por compra de derechos
16	Nereo Sinaca Temich ^h	6.4	15.6	6 (15.6)	1
17	Armando Sinaca Ortiz ^h	6.7	16.3	21 (4.7) 1 (11.6)	2
18	Antonio Suárez ^h	14.6	35.7	3 (16.4) * 4 (11.6) * 7 (7.7) *	Ejidatario por compra de derechos
19	Propietario no identificado	11.8	28.8	17 (7.3) 18 (2.9) 28 (9.2) 29 (9.2) 30 (0.2)	—

Tabla 2.5. Proceso de establecimiento de las parcelas productivas.

Fuente: Entrevistas aplicadas al 52% de la población de ejidatarios de Laguna Escondida (N=9) en 2004, con base en el cuestionario de entrevista 3. Anexo 1.

Proceso para el establecimiento de las parcelas productivas	Ejidatarios entrevistados									Frecuencia reportada	Porcentaje de la muestra
	Juan Gómez	Ernesto Campechano	Felicita Sinaca	Pedro Paxtion	Armando Sinaca	Domingo Velasco	Ricardo Palacios	Antonio Suarez	Nereo Sinaca		
Tipo de vegetación anterior al establecimiento de la parcela											
Selva	1	1		1	1	1			1	6	67
Achual			1					1		2	22
Gramma (pasto silvestre)							1			1	11
Prácticas de manejo llevadas a cabo para el establecimiento de las parcelas											
Tumba	1	1	1	1	1	1		1	1	8	89
Quema de la totalidad de la tumba	1	1	1	1	1	1		1	1	8	89
Establecimiento de cercas vivas	1	1	1	1	1	1				6	67
Establecimiento inicial de tierras agrícolas	1	1	1	1		1				5	56
Siembra inicial de pasto Estrella								1	1	2	22
Tiempo de manejo de los potreros (años)	31	31	40	--	10	30	--	1	40		

Tabla 2.6. Caracterización de los mecanismos de ingresos de los pobladores de Laguna Escondida.

Fuente: Entrevistas aplicadas al 52% de las unidades familiares del poblado (N=12) en 2004, para la caracterización de los mecanismos de generación de ingresos de los pobladores del ejido, con base en el Cuestionario de Entrevista 2. Anexo 1. **a.** Avecindados. **b.** Ejidatarios. **nh.** No habita en el poblado.

UF	Agricultura	Ganadería	Huerto familiar	Plantaciones	Extracción de la selva	Remesas	Subsidio gubernamental	Jornal o salario	Otro concepto	Total	Observaciones
Braulio Gómez y María Helena Sinaca ^a			1				1			2	Recibe apoyo del programa federal OPORTUNIDADES
Jesús y Gloria Sinaca ^a			1		1			1		3	Trabaja en el Jicacal. De la selva obtiene leña y birijao. En el solar tiene para autoconsumo naranjo, anona e llima.
Amanda Sinaca y Martha ^b		1					1			2	Recibe PROCAMPO.
Domingo Velasco y Minerva Sinaca ^b	1	1	1	1	1		1	1		7	Recibe PROCAMPO. Recibe jornales por colaborar con los investigadores de la Estación de Biología. De la selva aprovecha leña, estantes y madera. Practica la agricultura para autoconsumo. En el solar tiene papaya, chayote, limón, mango, coco y hoja blanca para autoconsumo. Tiene plantación comercial de naranja y pimiento.
Eladio Velasco y Maribel ^b		1	1		1		1	1		5	Recibe PROCAMPO. Recibe jornales por colaborar con los investigadores de la Estación de Biología. De la selva aprovecha mamey, limoncillo y gagapache. En el solar tiene limón y naranja. También chagalapoli para la venta.
Ernesto Campechano y Teresa Sinaca ^a	1	1	1				1			4	Recibe PROCAMPO. En el solar tiene naranja, plátano, zapote mamey y nanche. Practica la agricultura para autoconsumo. Siembra maíz, frijol, arroz.
Felicita Sinaca ^b		1					1			2	Recibe OPORTUNIDADES. En el solar tiene nanche y naranja.
Juan Gómez y Margarita ^b	1		1		1		1	1	1	6	Recibe ingresos por la renta del potrero. Recibe PROCAMPO y OPORTUNIDADES. Recibe jornales de los ganaderos del ejido. Tiene plantaciones de pimienta y naranja para la venta. Para autoconsumo siembra maíz, frijol, malanga. Tiene en su solar papaya, plátano, cacao, naranja y aguacate.
Nereo Sinaca y Delfina Ortiz ^b		1	1		1		1			4	Recibe PROCAMPO. De la selva aprovecha la leña, los estantes y la madera. Siembra calabaza, chayote y pepino para autoconsumo en el solar.
Ricardo Palacios ^{nh}		1								1	La actividad ganadera es su única fuente de ingresos.
Antonio Suárez ^b		1	1		1					3	Recibe PROCAMPO. No utiliza recursos de la selva porque tiene leña en su potrero. En el solar tiene papaya y naranja para autoconsumo.
Pedro Paxtion y Lucía ^b		1	1							2	En el solar tiene naranja, papaya, plátano, café y coco para autoconsumo.
Total	3	9	9	1	6	0	8	4	1		

Tabla 3.1. Caracterización del sistema de producción de ganado en el ejido Laguna Escondida.

Fuente: Entrevistas desarrolladas con el 56% de los ejidatarios de Laguna Escondida siguiendo el cuestionario de entrevista 3 (Anexo 1). Un dólar = \$10.77 MXN en 2004.

Prácticas de Manejo / Entrevistados	Juan Gómez	Ernesto Campechano	Felicita Sinaca	Pedro Paxtion	Armando Sinaca	Domingo Velasco	Ricardo Palacios	Antonio Suárez	Nereo Sinaca	Promedio	Frecuencia (N=9)	Porcentaje de la población que incorpora la práctica al sistema de producción (%)
Proceso para el establecimiento de los potreros												
Tiempo de manejo de los potreros (años)	31	31	40		10	30		1		24		
Tipo de vegetación anterior												
Selva	x	x		x	x	x			x		6	67
Achual			x					x			2	22
Gramma							x				1	11
Actividades llevadas a cabo antes establecimiento de los potreros iniciales												
Tumba	1	1	1	1	1	1		1	1		8	89
Quema	1	1	1	1	1	1		1	1		8	89
Siembra de pasto Estrella	1	1	1					1	1		5	56
Establecimiento inicial de tierras agrícolas	1	1	1	1		1					5	56
Pasturas establecidas actualmente												
Insurgentes	1	1		1	1	1	1	1	1		8	89
Gramma			1		1				1		3	33
Estrella	1		1								2	22
Características generales de la actividad ganadera en el ejido Laguna Escondida												
Número de hectáreas dedicadas a la ganadería / propietario	11.0	15.0	10.0	12.0	14.0	14.0	16.0	39.5	14.0	16.2	146	
Número de vacas / propietario	0	6	10	12	14	28	40	50	52	24	212	
Número de vacas / hectárea	0	0	1	1	1	2	3	1	4	1		
Número de becerros / Número de vacas			3 becerros / 7 vacas				20 becerros / 20 vacas	15 becerros / 35 vacas		1 becerro / 2 vacas		
Pago de Jornales												
		1				1	1	1			4	44
Razas												
Suizo		1				1	1		1		4	50
Criolla		1	1	1					1		4	50
Cruce con Cebu							1	1			2	25
Simental						1	1				2	25

Prácticas de Manejo / Entrevistados	Juan Gómez	Ernesto Campechano	Felicita Sinaca	Pedro Paxtion	Armando Sinaca	Domingo Velasco	Ricardo Palacios	Antonio Suárez	Nereo Sinaca	Promedio	Frecuencia (N=9)	Porcentaje de la población que incorpora la práctica al sistema de producción (%)
Zardo negro							1		1		2	25
Beef Master							1				1	13
Suizo americano							1				1	13
Actividades requeridas para el mantenimiento del potrero												
Aplicación de herbicidas		1	1	1	1	1	1	1	1		8	89
Siembra de semilla mejorada	1	1		1	1	1	1	1	1		8	89
Chapeo			1	1		1		1	1		5	56
División y rotación del uso del potrero		1	1			1	1	1			5	56
Aplicación de plaguicidas					1		1	1			3	33
Actividades para el cuidado del ganado												
Aplicación de vacunas		1	1	1	1	1	1	1	1		8	100
Baño de garrapatas y moscas		1	1	1	1	1	1	1	1		8	100
Aplicación de desparasitante		1	1	1		1	1	1	1		7	88
Suministro de vitaminas		1	1	1	1	1		1			6	75
Atención especial por enfermedad o accidente		1	1			1	1	1	1		6	75
Actividades de suministro de agua	1	1	1		1						4	50
Suministro de sal					1	1	1				3	38
Sangrado para la identificación de brucelosis				1				1			2	25
Propósito												
Doble propósito (leche y carne)		1		1		1	1	1			5	56
Venta de carne exclusivamente		1	1		1				1		4	44
Renta del potrero	1										1	11
Características generales de la producción de leche												
Edad de inicio de la vida reproductiva de una vaca (años)			3				3	3		3		
Número de becerros obtenidos de un animal durante el período de vida útil							7	7		7		
Frecuencia de obtención de becerros de vacas de leche (Becerros / año)							0.5	1.0		0.8		

Prácticas de Manejo / Entrevistados	Juan Gómez	Ernesto Campechano	Felicita Sinaca	Pedro Paxtion	Armando Sinaca	Domingo Velasco	Ricardo Palacios	Antonio Suárez	Nereo Sinaca	Promedio	Frecuencia (N=9)	Porcentaje de la población que incorpora la práctica al sistema de producción (%)
Edad máxima de la vaca para su permanencia en el sistema productivo (años)							10			10		
Duración del período de lactancia de la vaca (meses)				6						6		
Frecuencia del período de lactancia de la vaca por año				1						1		
Litros obtenidos por vaca al día		10		3			3	1		4		
Precio de compra por litro de leche				2.0			1.7	2.1		1.9		
Precio de venta por litro de leche en el mercado												
Características generales de la producción de carne												
Frecuencia de obtención de becerros (Beceros / año)			1				1	1		1		
Peso promedio del becerro al nacer (Kg)							40			40		
Peso promedio de los becerros vendidos (Kg)		200	200				250			217		
Proporción del hato de becerros vendidos al año							1.0	0.5		0.8		
Precio de compra por Kg de carne de becerro en pesos (\$)		14.0					16.0	16.5		15.5		
Peso promedio de las vacas vendidas (Kg)		300	300				500			367		
Precio de compra por Kg de carne de vaca en pesos (\$)		10	7				10	9		9		
Porcentaje de descuento por Kg vendido		5								5		
Precio de venta por Kg de carne en el mercado			40							40		
Actividades requeridas para la producción de leche												
Ordeño		1		1		1	1	1			5	56
Transporte y venta		1		1			1	1			4	44
Actividades requeridas para la producción de carne												
Transporte y venta							1				1	11

Tabla 3.2. Evaluación del rendimiento económico de una vaca de doble propósito, mantenida en una hectárea de potrero, con la fuerza de trabajo de una persona, durante un año de producción, de acuerdo al sistema de producción promedio practicado en Laguna Escondida. Fuente: Entrevistas desarrolladas con el 56% de los ejidatarios de Laguna Escondida siguiendo el cuestionario de entrevista 3 (Anexo 1). Un dólar = \$11.29 MXN en 2004 (http://www.cefp.gob.mx/intr/estadisticas/copianewe_stadisticas.html). Un jornal = Un día de ocho horas de trabajo = \$100 MXN, en 2004. (*) son gastos en los que no se puede incurrir por dosis, sino por concepto del total de la unidad de venta.

COSTOS EN PESOS					
Costo de mantenimiento del potrero:					
Fuerza de trabajo	Tiempo empleado	Frecuencia	Días invertidos anualmente	Costo anual (\$) (días por pago del jornal)	
Trabajo de chapeo	5 días	2 veces al año	10	1000	
Trabajo de aplicación de insumos en el potrero	3 días	2 veces al año	6	600	
Trabajo del ordeñador	11 minutos	1 vez al día durante 8 meses	1.8	270	
Transporte y venta de la leche	1.5 horas	1 vez al día durante 8 meses	15	1500	
Cuidado del ganado	1 hora	1 vez al día durante 317 días	13.2	1320	
Costo de mantenimiento del ganado:					
Insumos	Cantidad empleada	Frecuencia	Cantidad anual	Costo unitario (\$)	Costo anual (\$)
Vacunas	1 aplicación contra carbón, carbonosa y mal de paleta	cada 6 meses	2 aplicaciones	37	74
	1 aplicación contra derrengue	1 vez al año	1 vez al año	100	100
Desparasitante *	1 aplicación (se compra un litro que dura un año)	1 vez al año	1 vez al año	531	531
Baño de Garrapatas *	1 baño (se compra un litro que dura un año)	cada dos semanas	24 aplicaciones	218	218
Imprevistos*	1 caso de enfermedad (incluye medicinas y transporte)	1 vez al año	1 vez al año	450	450
Costo anual				6,640	
BENEFICIOS EN PESOS					
Beneficios	Producción diaria	Ganancia diaria (\$)	Producción anual	Precio unitario (\$)	Ganancia anual (\$)
Venta de la leche	3 litros de leche	6	720 litros de leche	2	1440
Venta de la carne	---	---	190 Kg de carne (200 kg del peso del becerro menos el 5% de viseras que descuenta el rastro)	15.5	2945
Beneficios para el año de venta del becerro				4,385	
Beneficios anuales estimados				2,192	

Tabla 4.1. Datos reportados por Anguiano-Martínez (2002) para el incremento anual del DAP de los individuos de *Pimenta dioica* encontrados en el ejido Laguna Escondida y sus alrededores. (N=74).

Individuo número	DAP (cm)	Incremento anual (cm)	Sitio
1	19.77	0.70	Selva
2	22.73	0.26	Selva
3	23.00	0.16	Selva
4	25.86	0.79	Selva
5	25.87	0.18	Selva
6	26.53	0.86	Selva
7	27.46	0.18	Selva
8	28.44	0.21	Selva
9	30.65	0.19	Selva
10	30.66	0.21	Selva
11	32.69	0.44	Selva
12	32.93	0.29	Selva
13	33.52	0.19	Selva
14	34.16	0.20	Selva
15	34.83	0.27	Selva
16	35.83	0.35	Selva
17	36.80	0.39	Selva
18	37.10	0.35	Selva
19	39.31	0.31	Selva
20	39.72	0.49	Selva
21	40.90	0.31	Selva
22	42.39	0.12	Selva
23	42.54	0.41	Selva
24	42.70	0.10	Selva
25	43.34	0.10	Selva
26	43.49	0.39	Selva
27	43.66	0.10	Selva
28	43.97	0.10	Selva
29	44.36	0.23	Selva
30	44.71	0.29	Selva
31	45.08	0.39	Selva
32	45.64	0.23	Selva
33	45.95	0.24	Selva
34	47.17	0.12	Selva
35	47.83	0.18	Selva
36	48.26	0.39	Selva
37	48.26	0.39	Selva
38	51.13	0.41	Selva
39	52.09	0.40	Selva
40	52.22	0.68	Selva
42	54.93	0.99	Selva
41	54.55	0.23	Selva
43	55.49	0.22	Selva
44	56.82	0.31	Selva
45	57.28	0.61	Selva
46	58.70	0.25	Selva
47	59.00	0.22	Selva
48	60.40	0.47	Selva
49	60.56	0.15	Selva
50	61.20	0.18	Selva
51	61.86	0.21	Selva
52	62.50	0.23	Selva
53	63.17	0.29	Selva
54	63.79	0.25	Selva
55	66.67	0.29	Selva
56	66.90	0.12	Selva
57	66.95	0.21	Selva
58	68.87	0.23	Selva
59	69.77	0.12	Selva
60	69.81	0.19	Selva
61	72.13	0.39	Selva
62	73.40	0.38	Selva
63	74.55	0.14	Selva
64	77.42	0.13	Selva
65	77.46	0.21	Selva
66	54.93	0.99	Selva
67	55.49	0.22	Potrero
68	56.82	0.31	Potrero
69	57.28	0.61	Potrero
70	58.70	0.25	Potrero
71	59.00	0.22	Potrero
72	60.40	0.47	Potrero
73	60.56	0.15	Potrero
74	61.20	0.18	Potrero
Promedio		0.31	

Tabla 4.2. Incremento anual del DAP de los individuos de *Pimenta dioica* encontrados fuera de la selva en el ejido Laguna Escondida y sus alrededores. Individuos censados en 2005, de edad conocida. (N=25).
Individuos sembrados por sus dueños en plantaciones y linderos de los potreros.

Individuo número	Edad (años)	DAP (cm)	Incremento anual (cm)
1	8	3.5	0.44
2	8	4.5	0.56
3	8	4.5	0.56
4	8	4.8	0.60
5	8	4.8	0.60
6	8	5.6	0.70
7	8	7.2	0.90
8	8	7.6	0.96
9	8	8.0	1.00
10	8	8.0	1.00
11	8	8.1	1.01
12	6	9.9	1.65
13	6	10.2	1.70
14	6	12.4	2.07
15	35	17.5	0.50
16	35	18.5	0.53
17	35	18.8	0.54
18	35	19.1	0.55
19	35	22.1	0.63
20	35	27.7	0.79
21	35	30.6	0.87
22	42	37.6	0.89
23	42	44.6	1.06
24	35	54.1	1.55
25	35	54.4	1.56
		Promedio	0.93

Tabla 4.3. Crecimiento promedio y rendimiento de cosecha proyectados para los individuos de *Pimenta dioica* que crecen en las áreas fuera de la selva en Laguna Escondida y sus alrededores, y la relación alométrica entre diámetro y rendimiento de cosecha. Fuente: Ajuste de la curva de crecimiento promedio obtenida, empleando el PL Model, para los individuos que crecen *dentro* de selva en el ejido, a partir de los datos reportados por Anguiano-Martínez (2002). El ajuste de la curva fue hecho con base en los datos del incremento de diámetro anual calculado para los individuos de edad conocida, que crecen *fuera* de la selva, en potreros y plantaciones del Laguna Escondida (Tabla 4.2), Para la cosecha promedio esperada observar que *P. dioica* comienza su etapa reproductiva al rededor de los seis años de edad.

EDAD (AÑOS)	DIÁMETRO PROMEDIO ESPERADO (cm)			COSECHA PROMEDIO ESPERADA (kg)		
	Curva de confianza inferior (promedio - 5%)	Promedio	Curva de confianza superior (Promedio + 5%)	Curva de confianza inferior (promedio - 5%)	Promedio	Curva de confianza superior (Promedio + 5%)
0	0.00	0.00	0.00	--	--	--
1	0.13	0.42	0.76	--	--	--
2	2.04	2.62	3.28	--	--	--
3	3.89	4.70	5.58	--	--	--
4	5.59	6.55	7.58	--	--	--
5	7.12	8.18	9.29	--	--	--
6	8.48	9.60	10.76	--	--	--
7	8.48	9.60	10.76	0.69	1.00	1.33
8	8.48	9.60	10.76	1.03	1.35	1.69
9	9.69	10.86	12.05	1.33	1.67	2.00
10	10.78	11.97	13.17	1.61	1.94	2.28
11	10.78	11.97	13.17	1.85	2.19	2.54
12	10.78	11.97	13.17	2.08	2.42	2.76
13	10.78	11.97	13.17	2.29	2.63	2.97
14	10.78	11.97	13.17	2.48	2.82	3.16
15	10.78	11.97	13.17	2.66	3.00	3.34
16	10.78	11.97	13.17	2.82	3.16	3.50
17	10.78	11.97	13.17	2.98	3.32	3.66
18	10.78	11.97	13.17	3.12	3.46	3.80
19	10.78	11.97	13.17	3.26	3.60	3.94
20	11.75	12.96	14.18	3.39	3.73	4.07
21	12.64	13.85	15.08	3.51	3.85	4.20
22	13.45	14.67	15.89	3.62	3.96	4.33
23	14.19	15.41	16.64	3.73	4.08	4.47
24	14.87	16.10	17.32	3.84	4.19	4.61
25	15.51	16.73	17.95	3.94	4.31	4.75
26	16.10	17.32	18.54	4.04	4.42	4.89
27	16.65	17.87	19.08	4.14	4.54	5.04
28	17.17	18.38	19.59	4.24	4.67	5.18
29	17.65	18.87	20.07	4.34	4.79	5.33
30	18.11	19.33	20.54	4.44	4.91	5.48
31	18.55	19.76	21.02	4.54	5.04	5.64

EDAD (AÑOS)	DIÁMETRO PROMEDIO ESPERADO (cm)			COSECHA PROMEDIO ESPERADA (kg)		
	Curva de confianza inferior (promedio - 5%)	Promedio	Curva de confianza superior (Promedio + 5%)	Curva de confianza inferior (promedio - 5%)	Promedio	Curva de confianza superior (Promedio + 5%)
32	18.96	20.17	21.50	4.65	5.16	5.79
33	19.36	20.57	21.99	4.76	5.29	5.95
34	19.73	20.99	22.48	4.86	5.42	6.11
35	20.09	21.40	22.98	4.97	5.55	6.27
36	20.44	21.82	23.49	5.08	5.69	6.43
37	20.79	22.25	24.01	5.19	5.82	6.59
38	21.15	22.68	24.54	5.30	5.96	6.76
39	21.51	23.12	25.07	5.41	6.10	6.93
40	21.88	23.56	25.60	5.53	6.24	7.10
41	22.25	24.01	26.15	5.64	6.38	7.27
42	22.63	24.47	26.70	5.76	6.52	7.45
43	23.00	24.93	27.26	5.88	6.66	7.63
44	23.39	25.39	27.83	6.00	6.81	7.81
45	23.77	25.86	28.40	6.11	6.95	7.99
46	24.16	26.34	28.99	6.24	7.10	8.17
47	24.16	26.34	28.99	6.36	7.25	8.35
48	24.16	26.34	28.99	6.48	7.40	8.54
49	24.16	26.34	28.99	6.60	7.56	8.73
50	24.16	26.34	28.99	6.73	7.71	8.92
51	24.16	26.34	28.99	6.86	7.87	9.11
52	24.16	26.34	28.99	6.98	8.02	9.31
53	24.16	26.34	28.99	7.11	8.18	9.51
54	24.16	26.34	28.99	7.24	8.34	9.71
55	24.56	26.82	29.58	7.37	8.50	9.91
56	24.96	27.30	30.17	7.51	8.67	10.11
57	25.36	27.79	30.77	7.64	8.83	10.31
58	25.77	28.29	31.39	7.77	9.00	10.52
59	26.18	28.79	32.00	7.91	9.17	10.73
60	26.59	29.30	32.63	8.05	9.34	10.94
61	27.01	29.81	33.26	8.18	9.51	11.15
62	27.01	29.81	33.26	8.32	9.68	11.36
63	27.43	30.33	33.90	8.46	9.85	11.58
64	27.86	30.86	34.55	8.60	10.03	11.80
65	28.29	31.39	35.20	8.75	10.21	12.02
66	28.73	31.92	35.86	8.89	10.38	12.24
67	29.17	32.46	36.53	9.03	10.56	12.46
68	29.61	33.01	37.21	9.18	10.74	12.68
69	30.06	33.56	37.89	9.33	10.93	12.91
70	30.51	34.12	38.58	9.47	11.11	13.14
71	30.97	34.68	39.28	9.62	11.29	13.37
72	31.43	35.25	39.98	9.77	11.48	13.60
73	31.89	35.82	40.69	9.92	11.67	13.83
74	32.36	36.40	41.41	10.08	11.86	14.07

EDAD (AÑOS)	DIÁMETRO PROMEDIO ESPERADO (cm)			COSECHA PROMEDIO ESPERADA (kg)		
	Curva de confianza inferior (promedio - 5%)	Promedio	Curva de confianza superior (Promedio + 5%)	Curva de confianza inferior (promedio - 5%)	Promedio	Curva de confianza superior (Promedio + 5%)
75	32.83	36.98	42.13	10.23	12.05	14.30
76	33.31	37.57	42.86	10.38	12.24	14.54
77	33.79	38.17	43.60	10.54	12.43	14.78
78	34.27	38.77	44.34	10.70	12.63	15.02
79	34.76	39.37	45.09	10.85	12.82	15.26
80	35.25	39.98	45.85	11.01	13.02	15.50
81	35.75	40.60	46.62	11.17	13.22	15.75
82	36.25	41.22	47.39	11.33	13.42	15.99
83	36.75	41.84	48.16	11.49	13.62	16.24
84	37.26	42.47	48.95	11.66	13.82	16.49
85	37.77	43.11	49.74	11.82	14.02	16.74
86	38.29	43.75	50.53	11.99	14.22	16.99
87	38.81	44.40	51.33	12.15	14.43	17.24
88	39.33	45.05	52.14	12.32	14.64	17.50
89	39.86	45.70	52.95	12.48	14.84	17.75
90	40.40	46.37	53.77	12.65	15.05	18.01
91	40.93	47.03	54.60	12.82	15.26	18.26
92	41.47	47.70	55.43	12.99	15.47	18.52
93	42.02	48.38	56.27	13.16	15.68	18.78
94	42.56	49.06	57.11	13.34	15.90	19.04
95	43.11	49.74	57.96	13.51	16.11	19.30
96	43.67	50.43	58.81	13.68	16.32	19.56
97	44.23	51.12	59.67	13.86	16.54	19.83
98	44.79	51.82	60.53	14.04	16.76	20.09
99	45.36	52.53	61.40	14.21	16.97	20.35
100	45.93	53.23	62.27	14.39	17.19	20.62
101	46.50	53.94	63.15	14.57	17.41	20.89
102	47.08	54.66	64.04	14.75	17.63	21.15
103	47.66	55.38	64.92	14.93	17.85	21.42
104	48.25	56.11	65.82	15.11	18.08	21.69
105	48.83	56.83	66.71	15.29	18.30	21.96
106	49.43	57.57	67.61	15.47	18.52	22.23
107	50.02	58.30	68.52	15.66	18.75	22.50
108	50.62	59.04	69.43	15.84	18.97	22.77
109	51.22	59.79	70.34	16.03	19.20	23.05
110	51.83	60.54	71.26	16.21	19.43	23.32
111	52.44	61.29	72.18	16.40	19.65	23.59
112	53.05	62.05	73.11	16.59	19.88	23.87
113	53.66	62.81	74.04	16.77	20.11	24.14
114	54.28	63.57	74.97	16.96	20.34	24.42
115	54.91	64.34	75.91	17.15	20.57	24.69
116	55.53	65.11	76.85	17.34	20.80	24.97
117	56.16	65.88	77.79	17.53	21.03	25.24

EDAD (AÑOS)	DIÁMETRO PROMEDIO ESPERADO (cm)			COSECHA PROMEDIO ESPERADA (kg)		
	Curva de confianza inferior (promedio - 5%)	Promedio	Curva de confianza superior (Promedio + 5%)	Curva de confianza inferior (promedio - 5%)	Promedio	Curva de confianza superior (Promedio + 5%)
118	56.79	66.66	78.74	17.72	21.26	25.52
119	57.43	67.44	79.69	17.92	21.50	25.80
120	58.06	68.22	80.64	18.11	21.73	26.07
121	58.70	69.01	81.59	18.30	21.96	26.35
122	59.35	69.80	82.55	18.49	22.20	26.63
123	59.99	70.60	83.51	18.69	22.43	26.91
124	60.64	71.39	84.48	18.88	22.67	27.18
125	61.30	72.19	85.44	19.08	22.90	27.46
126	61.95	72.99	86.41	19.28	23.14	27.74
127	62.61	73.80	87.38	19.47	23.38	28.02
128	63.27	74.61	88.35	19.67	23.61	28.30
129	63.93	75.42	89.33	19.87	23.85	28.58
130	64.60	76.23	90.30	20.07	24.09	28.86
131	65.27	77.04	91.28	20.27	24.33	29.13
132	65.94	77.86	92.26	20.46	24.56	29.41
133	66.61	78.68	93.24	20.66	24.80	29.69
134	67.29	79.50	94.23	20.86	25.04	29.97
135	67.97	80.33	95.21	21.07	25.28	30.25
136	68.65	81.16	96.20	21.27	25.52	30.53
137	69.33	81.99	97.19	21.47	25.76	30.81
138	70.02	82.82	98.17	21.67	26.00	31.09
139	70.71	83.65	99.16	21.87	26.24	31.37
140	71.40	84.48	100.15	22.08	26.48	31.64
141	72.09	85.32	101.15	22.28	26.72	31.92
142	72.79	86.16	102.14	22.48	26.96	32.20
143	73.48	87.00	103.13	22.69	27.21	32.48
144	74.18	87.84	104.13	22.89	27.45	32.76
145	74.88	88.69	105.12	23.10	27.69	33.04
146	75.59	89.53	106.12	23.30	27.93	33.31
147	76.29	90.38	107.11	23.51	28.17	33.59
148	77.00	91.23	108.11	23.71	28.41	33.87
149	77.71	92.07	109.11	23.92	28.65	34.14
150	78.42	92.93	110.10	24.12	28.90	34.42

Tabla 4.4. Censo de los individuos de *P. dioica* de Laguna Escondida y sus alrededores (2005). (N=129). Sitio: **Dentro:** Árboles encontrados dentro de la selva. **Fuera:** Árboles encontrados fuera de la selva, en las áreas manejadas (plantaciones, potreros y cercas vivas). Presencia de frutos: 1: Si, 2: No.

Dentro

Individuo	Lugar	Parcela de muestreo	Presencia de frutos	Altura (m)	DAP (m)	Cobertura (m ²)
1	Selva de pedregal	1	1	11.3	0.53	136.8
2	Selva de pedregal	1	2	18.1	0.41	11.8
3	Selva de pedregal	1	1	20.1	0.67	161.3
4	Selva de pedregal	1	2	12.7	0.51	76.0
5	Selva de pedregal	1	2	11.7	0.45	3.3
6	Selva de pedregal	1	1	18.4	0.67	62.3
7	Selva de pedregal	1	2	15.5	0.51	5.8
8	Selva de pedregal	2	1	7.7	0.60	51.3
9	Selva de pedregal	2	1	9.4	0.72	60.4
10	Selva de pedregal	2	1	10.6	0.44	13.6
11	Selva de pedregal	2	1	10.6	0.63	74.7
12	Selva de pedregal	3	2	17.3	0.60	32.3
13	Selva de pedregal	3	2	22.0	0.47	10.4
14	Selva de pedregal	3	2	10.6	0.73	64.5
15	Selva de pedregal	3	2	12.1	0.53	97.8
16	Selva de pedregal	3	2	25.1	0.92	66.5
17	Selva de pedregal	3	2	17.7	0.68	128.9
18	Selva de pedregal	3	2	1.6	0.45	51.4
19	Selva de pedregal	3	1	9.6	0.41	44.9
20	Selva de pedregal	3	2	7.6	0.64	53.6
21	Selva de pedregal	3	2	11.7	0.27	3.3
22	Selva de pedregal	3	2	12.1	0.58	42.9
23	Selva de pedregal	3	1	10.0	0.29	8.2
24	Selva de pedregal	3	2	7.8	0.29	25.1
25	Selva de pedregal	3	1	11.0	0.73	20.4
26	Selva de pedregal	4	1	13.7	0.38	29.7
27	Selva de pedregal	4	2	15.7	0.73	58.4

Individuo	Lugar	Parcela de muestreo	Presencia de frutos	Altura (m)	DAP (m)	Cobertura (m ²)
28	Selva de pedregal	4	2	9.1	0.43	2.0
29	Selva de pedregal	4	1	21.8	0.47	50.4
30	Selva de pedregal	4	1	21.0	0.39	59.6
31	Selva de pedregal	4	2	16.0	0.60	102.4
32	Selva de pedregal	4	1	20.8	0.64	31.9
33	Selva de pedregal	4	2	11.2	0.53	55.8
34	Selva de pedregal	4	1	4.4	0.61	15.2
35	Selva de pedregal	4	2	30.1	0.60	25.9
36	Selva de pedregal	4	1	7.6	0.53	25.2
37	Selva de pedregal	4	2	32.0	0.70	127.2
38	Selva de pedregal	4	1	22.8	0.70	89.0
39	Selva de pedregal	4	1	20.5	0.40	1.6
40	Selva de pedregal	4	1	32.6	0.50	2.5
41	Selva de pedregal	4	1	18.6	0.80	207.3
42	Estación de Biología	5	1	8.0	0.14	45.9
43	Estación de Biología	5	2	7.8	0.13	9.6
44	Selva de pedregal	8	1	18.0	0.36	28.5
45	Selva de pedregal	8	1	14.0	0.48	54.1
46	Selva de pedregal	8	1	27.0	0.52	25.5
47	Selva de pedregal	8	1	17.0	0.34	28.0
48	Selva de pedregal	8	1	13.0	0.59	35.0
49	Selva de pedregal	8	1	25.0	0.57	67.9
50	Selva de pedregal	8	1	32.0	0.61	61.6
51	Selva de pedregal	8	1	15.0	0.40	37.5
52	Selva de pedregal	8	1	25.0	0.52	45.6

Fuera

1	Plantación Juan Gómez	5	1	8.3	0.25	21.1
2	Plantación Juan Gómez	5	1	8.2	0.23	25.5
3	Plantación Juan Gómez	5	2	6.4	0.04	10.9
4	Plantación Juan Gómez	5	2	6.3	0.25	11.1
9	Plantación Juan Gómez	5	1	4.5	0.05	5.4
10	Plantación Juan Gómez	5	1	6.4	0.04	4.8
11	Plantación Juan Gómez	5	1	6.4	0.08	8.9
12	Plantación Juan Gómez	5	1	3.4	0.04	2.5
13	Plantación Juan Gómez	5	1	5.3	0.05	9.8

14	Plantación Juan Gómez	5	2	5.2	0.05	4.1
15	Plantación Juan Gómez	5	2	4.4	0.04	0.9
16	Plantación Juan Gómez	5	2	6.5	0.05	3.1
17	Plantación Juan Gómez	5	2	6.7	0.06	2.4
18	Potrero Las Animas	7	1	13.8	0.76	97.9
19	Potrero Las Animas	7	2	11.5	0.36	42.2
20	Potrero Las Animas	7	1	12.3	0.18	18.7
21	Potrero Las Animas	7	1	8.8	0.18	22.4
22	Potrero Domingo	9	1	5.4	0.10	6.0

Tabla 4.6. Rendimiento de cosecha de *P. dioica* de Laguna Escondida y sus alrededores (2005). Fuente: Observación participante de la cosecha de *P. dioica* de Laguna Escondida y sus alrededores (2005). (N=23). Sitios: **Dentro:** Árboles encontrados dentro de la selva. **Fuera:** Árboles encontrados fuera de la selva, en las áreas manejadas (plantaciones, potreros y cercas vivas).

Individuo	Lugar	Sitio	Parcela de muestreo	Altura Arbol (m)	DAP (m)	Cobertura (m ²)	Producción (kg)	Edad (años)	Tiempo de Cosecha (horas)	Fuerza de trabajo (número de personas)	Esfuerzo de cosecha (h)	Técnica de cosecha
1	Linderos Domingo	Fuera	5	6.4	7.96	8.9	1.0	6	3.00	1	8.9	Escalera
2	Linderos Domingo	Fuera	5	3.9	21.65	6.6	1.0	6	0.25	2	6.6	Ninguna
3	Plantación Don Juan	Fuera	5	3.7	7.96	4.7	1.0	6	0.25	2	4.7	Ninguna
4	Plantación Don Juan	Fuera	5	4.1	7.64	8.8	2.9	6	0.25	2	25.1	Ninguna
5	Plantación Don Juan	Fuera	5	6.0	14.01	23.3	3.0	6	0.25	2	69.8	Ninguna
6	Zona de uso común	Dentro	8	17.0	34.00	28.0	5.1	≥42	0.50	5	143.7	Escalada y selección manual del fruto
7	Zona de uso común	Dentro	8	13.0	59.00	35.0	5.5	≥42	0.25	5	191.4	Escalada y selección manual del fruto
8	Estación de biología	Dentro	5	8.0	14.40	45.9	5.8	≥42	5.00	2	264.6	Escalada y selección manual del fruto
9	Plantación Don Juan	Fuera	5	3.3	16.87	10.7	7.0	8	0.25	2	75.0	Ninguna
10	Zona de uso común	Dentro	8	14.0	48.00	54.1	7.2	≥42	0.50	5	387.0	Escalada y selección manual del fruto
11	Plantación Don Juan	Fuera	5	4.5	4.77	5.4	10.0	8	0.25	2	53.7	Ninguna
12	Plantación Don Juan	Fuera	5	6.4	4.46	4.8	10.0	8	0.25	2	47.8	Ninguna
13	Plantación Don Juan	Fuera	5	3.4	4.46	2.5	10.0	8	0.25	2	25.3	Ninguna
14	Zona de uso común	Dentro	8	25.0	57.00	67.9	10.3	≥42	0.50	5	698.9	Escalada y selección manual del fruto
15	Zona de uso común	Dentro	8	18.0	36.00	28.5	11.3	≥42	0.50	5	320.1	Escalada y selección manual del fruto
16	Zona de uso común	Dentro	8	27.0	52.00	25.5	12.0	≥42	0.50	5	304.8	Escalada y selección manual del fruto
17	Plantación Don Juan	Fuera	5	5.3	4.77	9.8	12.0	8	0.25	2	118.0	Ninguna
18	Potrero Balzapote	Fuera	6	8.5	44.24	51.7	13.0	35	3.00	2	672.4	Escalada y golpe con varas al bullo cosechado
19	Plantación Don Juan	Fuera	5	5.1	24.19	12.1	15.0	8	0.25	2	181.4	Ninguna
20	Zona de uso común	Dentro	8	32.0	61.00	61.6	19.5	≥42	1.00	5	1200.7	Escalada y selección manual del fruto
21	Potrero Las Animas	Fuera	7	9.6	30.56	43.7	35.0	35	3.50	3	1529.8	Escalada y golpe con varas al bullo cosechado

Valoración biológica y económica de la especie arbórea *Pimenta dioica* (L.) Merr. para la restauración de la selva de Los Tuxtlas (Veracruz, México)

Individuo	Lugar	Sitio	Parcela de muestreo	Altura Arbol (m)	DAP (m)	Cobertura (m ²)	Producción (kg)	Edad (años)	Tiempo de cosecha (horas)	Fuerza de trabajo (numero de personas)	Esfuerzo de cosecha (h)	Técnica de cosecha
22	Potero Balzapote	Fuera	6	9.7	27.69	54.0	45.0	35	9.00	2	2431.6	Escalada y golpe con varas al bullo cosechado
23	Potero Balzapote	Fuera	6	8.2	18.78	67.2	49.0	35	6.00	4	3292.0	Escalada y golpe con varas al bullo cosechado
24	Potero Las Animas	Fuera	7	13.8	76.39	97.9	60.0	35	2.00	6	5871.3	Escalada y golpe con varas al bullo cosechado

4.7. Mediciones de humedad y temperatura de la superficie del suelo para la evaluación de la incidencia de *P. dioica* en el cambio de las condiciones ambientales bajo su copa (2005). (N=14).

Individuo	Lugar	Altura árbol (m)	DAP (cm)	Cobertura (m ²)	Temperatura bajo la copa (°C)	Humedad relativa bajo la copa (%)	Temperatura potrero (°C)	Humedad potrero (%HR)
1	Potrero 1 Balzapote	5.45	61.1	71.5	32.5	49	33.9	54
2	Potrero 1 Balzapote	11.35	34.4	59.8	33.8	52	35.4	44
3	Potrero 1 Balzapote	10.05	27.1	24.7	37.1	44	39.6	48
4	Potrero 1 Balzapote	1.45	30.2	42.3	40.4	36	50.0	39
5	Potrero 2 Balzapote	7.65	30.2	44.5	40.2	36	52.8	33
6	Potrero 2 Balzapote	8.15	19.1	65.0	37.4	42	47.4	44
7	Potrero 3 Balzapote	15.95	62.4	110.8	40.0	39	49.0	50
8	Potrero 3 Balzapote	3.95	59.5	108.4	30.4	67	49.7	50
9	Potrero 3 Balzapote	5.45	40.1	41.2	43.0	39	51.5	42
10	Potrero 3 Balzapote	9.45	36.3	23.6	39.9	35	49.6	33
11	Potrero Las Animas	14.75	56.7	59.3	40.0	36	46.5	41
12	Potrero Las Animas	6.45	24.5	45.9	37.5	46	41.2	45
13	Potrero Las Animas	8.25	18.5	21.2	38.7	40	45.9	45
14	Potrero Las Animas	13.45	65.6	58.1	35.6	47	45.5	49

4.8. Medición de la humedad relativa del suelo para la evaluación de la incidencia de *P. dioica* en el cambio de las condiciones ambientales bajo su copa (2005). $HR (\%) = ((\text{peso fresco} - \text{peso seco}) / \text{peso seco}) * 100$. (N=22).

Bajo la copa de <i>P. dioica</i>			
Punto de muestreo	Peso fresco (gr)	Peso seco (gr)	HR (%)
1	128	104	23.08
2	125	104	20.19
3	82	72	13.89
4	126	101	24.75
5	120	95	26.32
6	116	93	24.73
7	112	93	20.43
8	117	98	19.39
9	117	88	32.95
10	105	97	8.25
11	135	109	23.85
12	125	107	16.82
13	93	79	17.72
14	124	103	20.39
15	73	60	21.67
16	100	80	25.00
17	101	82	23.17
18	87	68	27.94
19	126	118	6.78
20	118	118	0.00
21	119	101	17.82
22	127	107	18.69

En el potrero expuesto			
Punto de muestreo	Peso fresco (gr)	Peso seco (gr)	HR (%)
1	138	122	13.11
2	123	107	14.95
3	145	121	19.83
4	136	109	24.77
5	136	116	17.24
6	132	111	18.92
7	152	123	23.58
8	135	117	15.38
9	130	109	19.27
10	125	119	5.04
11	148	127	16.54
12	134	104	28.85
13	119	109	9.17
14	125	111	12.61
15	118	97	21.65
16	132	115	14.78
17	141	114	23.68
18	124	103	20.39
19	139	114	21.93
20	139	101	37.62
21	126	108	16.67
22	122	105	16.19

Tabla 4.9. Costos del establecimiento de una parcela demostrativa del sistema de establecimiento de linderos de uso comercial, empelando la especie arbórea *P. dioica* (2005). Un dólar = \$10.89 MXN en 2005 (http://www.cefp.gob.mx/intr/e-stadisticas/copianewe_stadisticas.html). Un jornal = Un día de ocho horas de trabajo = \$100 MXN, en 2005.

Costos de establecimiento de la parcela	Establecimiento de la parcela demostrativa (0.072 hectáreas, 720 m de lindero, 120 plantas de pimienta)		Establecimiento del parcela del escenario hipotético usado para la valoración económica (Una hectárea, 1,666 m de lindero, 277 plantas de pimienta)	
	Cantidad	Costo total	Cantidad	Costo total
Establecimiento de la cerca de exclusión del ganado				
Alambre de púas (\$)	2160 m de alambre	2442	4998 m de alambre	5650
Jornales por corte y acarreo de estantes obtenidos de los árboles del área de uso común de Laguna escondida (\$)	400 estantes	5200	925 estantes	12025
Jornales por la postura de estantes y alambre de la cerca (\$)	400 estantes	3000	925 estantes	6937
Siembra de plantas				
Jornales por la obtención de plantas de un año de edad (\$)	120 plantas	1150	277 plantas	2654
Jornales por la limpieza de las áreas de siembra, apertura de huecos de siembra y siembra de plantas (\$).	120 plantas	2000	277 plantas	4616
Costos totales de establecimiento (\$)		13,792		31,882
Costo anual de mantenimiento de la parcela	Establecimiento de la parcela demostrativa (0.072 hectáreas, 720 m de lindero, 120 plantas de pimienta)		Establecimiento del parcela del escenario hipotético usado para la valoración económica (Una hectárea, 1,666 m de lindero, 277 plantas de pimienta)	
	Cantidad	Costo total	Cantidad	Costo total
Mantenimiento de la siembra en el lindero				
Jornales por chapeo del área de siembra, dos veces al año (\$)	10 jornales	1000	12 jornales	1200
Costo anual de mantenimiento de la parcela solo con chapeo (\$)		1,000		1,200

Tabla 4.10. Supervivencia de las plantas de *P. dioica* en la parcela demostrativa. Medición 1: Tomada en abril 9 de 2005, cinco meses después de la siembra y 17 meses después de la germinación. Medición 2: Tomada en noviembre de 2005, a un año después de la siembra y 24 meses después de la germinación.

Plantas sembradas en el lindero oeste de la parcela demostrativa				
Medición 1		Medición 2		Incremento altura (cm) / 7 meses
Pimienta Número	Altura (cm)	Altura (cm)	Diám. Base (cm)	
1	17.6	muerta		muerta
2	11.0	13.0	0.47	2.0
3	muerta			muerta
4	11.0	20.2	0.37	9.2
5	13.0	muerta		muerta
6	muerta			muerta
7	12.0	muerta		muerta
8	18.0	24.1	0.46	6.1
9	13.0	14.9	0.34	1.9
10	18.0	muerta		muerta
11	18.8	muerta		muerta
12	15.0	22.0	0.36	7.0
13	21.0	muerta		muerta
14	8.0	21.5	0.23	13.5
15	8.0	muerta		muerta
16	14.5	muerta		muerta
17	7.5	9.6	0.42	2.1
18	muerta			muerta
19	19.8	muerta		muerta
20	14.0	muerta		muerta
21	13.0	14.9	0.39	1.9
22	15.0	muerta		muerta
23	19.0	muerta		muerta
24	17.2	muerta		muerta
25	26.6	muerta		muerta
26	16.0	54.8	0.65	38.8
27	8.0	muerta		muerta
28	muerta			muerta
29	16.0	muerta		muerta
30	15.0	muerta		muerta
31	muerta	36.1	0.44	muerta
32	19.0	24.0	0.42	5.0
33	19.0	30.5	0.53	11.5
34	muerta	muerta		muerta
35	16.0	26.9	0.45	10.9
36	20.0	27.0	0.49	7.0
37	10.0	32.6	0.69	22.6
38	26.0	62.4	0.74	36.4
39	23.0	27.3	0.40	4.3

40	14.0	19.0	0.36	5.0
41	13.0	28.4	0.41	15.4
42	15.0	15.2	0.40	0.2
43	15.0	54.3	0.79	39.3
44	23.0	35.5	0.60	12.5
45	13.0	46.7	0.66	33.7
46	28.0	muerta		muerta
47	16.2	muerta		muerta
48	5.0	9.3	0.21	4.3
49	12.0	25.3	0.47	13.3
50	12.0	16.9	0.33	4.9
Plantas sembradas en el lindero este de la parcela demostrativa				
Medición 1		Medición 2		Incremento altura (cm) / 7 meses
Pimienta Número	Altura (cm)	Altura (cm)	Diám. Base (cm)	
51	10.0	41.0	0.35	31.0
52	22.0	32.0	0.26	10.0
53	13.0	49.0	0.37	36.0
54	10.0	muerta		muerta
55	16.0	muerta		muerta
56	5.0	12.0	0.16	7.0
57	59.0	9.8	0.31	-49.2
58	12.0	14.1	0.28	2.1
59	20.0	19.5	0.50	-0.5
60	8.0	11.8	0.28	3.8
61	13.0	5.8	0.23	-7.2
62	11.0	muerta		muerta
63	18.0	15.2	0.49	-2.8
64	16.0	26.6	0.52	10.6
65	16.6	muerta		muerta
66	17.0	16.0	0.26	-1.0
67	20.0	29.9	0.37	9.9
68	14.0	17.3	0.23	3.3
69	23.3	muerta		muerta
70	20.0	29.2	0.39	9.2
71	23.0	16.5	0.31	-6.5
72	16.0	15.0	0.33	-1.0
73	24.0	muerta		muerta
74	18.0	17.9	0.29	-0.1
75	9.0	muerta		muerta
76	56.9	muerta		muerta
77	muerta			muerta
78	18.0	11.0	0.20	-7.0
79	16.0	10.9	0.30	-5.1
80	23.0	23.4	0.55	0.4
81	25.0	muerta		muerta
82	17.0	34.0	0.60	17.0

83	10.0	muerta		muerta
84	14.0	13.7	0.36	-0.3
85	17.8	muerta		muerta
86	17.0	22.8	0.46	5.8
87	muerta	26.7	0.46	muerta
88	23.0	24.2	0.33	1.2
89	8.0	13.8	0.33	5.8
90	12.0	26.8	0.41	14.8
91	muerta			muerta
92	23.0	11.1	0.21	-11.9
93	9.0	13.0	0.30	4.0
94	19.3			muerta
95	41.0	muerta		muerta
96	17.5	muerta		muerta
97	22.7	muerta		muerta
98	11.0	25.7	0.48	14.7
99	20.0	muerta		muerta
100	6.0	muerta		muerta
101	22.7	muerta		muerta
102	12.0	30.2	0.70	18.2
103	20.0	muerta		muerta
104	muerta			muerta
105	15.0	muerta		muerta
106	9.0	muerta		muerta
107	12.0	39.1	0.58	27.1
108	18.0	24.0	0.51	6.0
109	13.0	15.3	0.33	2.3
110	12.0	muerta		muerta
111	11.0	30.0	0.62	19.0
112	8.0	14.3	0.27	6.3
113	20.0	35.0	0.72	15.0
114	12.0	14.4	0.42	2.4
115	20.0	16.8	0.31	-3.2
116	17.0	23.1	0.46	6.1
117	7.0	38.3	0.62	31.3
118	22.0	15.2	0.22	-6.8
119	29.0	13.7	0.27	-15.3
120	27.0	19.8	0.45	-7.2
Promedio	16.8	23.6	0.42	11.9 (sin contar las 16 plantas dañadas que presentan valores negativos)

Tabla 5.1. Valor comercial presente (VPN) de una hectárea sembrada con 277 árboles de *P. dioica*, a lo largo de 1,666 m de los linderos de una parcela promedio de ganadería, del ejido Laguna Escondida (2005). Un dólar = \$10.89 MXN en 2005 (http://www.cefp.gob.mx/intr/e-stadisticas/copianewe_stadisticas.html).

$$VPN = \sum_{i=1}^{MA} [(P-C) * F_i * S_i * N/2 - K_i * S_i] * e^{-ri}$$

- VPN_{Pimienta} es el valor comercial presente de una hectárea sembrada con 277 árboles de *P. dioica*, a lo largo de 1,666 m de los linderos de una parcela de ganadería.
- i es el año o la edad del individuo
- MA es la máxima edad conocida de producción de los árboles de *P. dioica* (50 años).
- P es el precio en el mercado por kg de frutos de pimienta
- C es el costo de cosecha por kg de frutos de pimienta
- F_i es la cosecha anual esperada por individuo (Figura 4.1)
- S_i es la sobrevivencia de los individuos, teniendo en cuenta los datos observados en la parcela demostrativa durante el primer año de siembra, y las estimaciones de los dueños de las plantaciones de pimienta, para los primeros siete años de los individuos.
- N es el número de árboles de la parcela. En el escenario hipotético evaluado N=277 y el número de árboles productivos N/2= 139.
- K es el valor presente de los costos de plantación y manejo de cada árbol, teniendo en cuenta los costos inferidos para una hectárea, a partir del establecimiento de la parcela demostrativa.
- r es la tasa de descuento (en este caso, r = 0.05, de acuerdo a Ricker and Daly (1998)).

VPN de una hectárea de linderos comerciales sembrados con <i>P. dioica</i>							
Año/ Edad	Diámetro promedio esperado del tronco	(F) Producción en Kg de un árbol promedio	(S) Sobre- vivencia esperada	(F*S*N) Cosecha en kg/hectárea con 277/2 árboles productivos	(K*S) Costo anual de manejo de la parcela en pesos	((P-C)*F*S*N/2 - K*S) Utilidad neta del año en pesos /hectárea	VPN del año en pesos (Utilidad neta * e ^{0.05})
0	1.0	0.0	1.00	0.0	33082	-33082.0	-33082.0
1	1.6	0.0	0.58	0.0	696	-696.0	-648.0
2	2.2	0.0	0.56	0.0	675	-675.1	-610.9
3	2.9	0.0	0.55	0.0	655	-654.9	-563.6
4	3.4	0.0	0.53	0.0	635	-635.2	-520.1
5	3.9	0.0	0.51	0.0	616	-616.2	-479.9
6	4.4	0.0	0.50	0.0	598	-597.7	-442.8
7	4.8	4.5	0.48	300.8	580	472.9	333.2
8	5.2	4.7	0.47	307.5	562	513.8	344.4
9	5.5	5.0	0.45	312.0	545	546.5	348.4
10	5.8	5.2	0.44	314.7	529	572.3	347.1
11	6.0	5.3	0.43	315.9	513	592.6	341.9
12	6.3	5.5	0.41	316.0	498	608.1	333.7
13	6.5	5.7	0.40	315.0	483	619.6	323.5
14	6.7	5.8	0.39	313.2	468	627.8	311.7

VPN de una hectárea de linderos comerciales sembrados con <i>P. dioica</i>							
Año/ Edad	Diámetro promedio esperado del tronco	(F) Producción en Kg de un árbol promedio	(S) Sobre- vivencia esperada	(F*S*N) Cosecha en kg/hectárea con 277/2 árboles productivos	(K*S) Costo anual de manejo de la parcela en pesos	((P-C)*F*S*N/2 - K*S) Utilidad neta del año en pesos /hectárea	VPN del año en pesos (Utilidad neta * e ^{-0.05})
15	6.9	5.9	0.38	310.7	454	633.1	299.0
16	7.1	6.0	0.37	307.6	441	636.0	285.8
17	7.3	6.2	0.36	304.1	428	636.8	272.2
18	7.4	6.3	0.35	300.2	415	635.9	258.5
19	7.6	6.4	0.34	295.9	402	633.5	245.0
20	7.7	6.5	0.33	291.4	390	629.8	231.7
20	7.7	6.5	0.32	282.7	378	610.9	222.2
21	7.9	6.6	0.31	278.1	367	606.2	212.1
22	8.0	6.7	0.30	273.4	356	600.6	199.9
23	8.1	6.7	0.29	268.5	345	594.3	188.2
24	8.3	6.8	0.28	263.6	335	587.5	177.0
25	8.4	6.9	0.27	258.8	325	580.8	166.4
26	8.5	7.0	0.26	254.1	315	574.0	156.4
27	8.6	7.1	0.25	249.4	306	567.3	147.1
28	8.8	7.2	0.25	244.9	297	560.5	138.2
29	8.9	7.2	0.24	240.4	288	553.8	129.9
30	9.0	7.3	0.23	236.0	279	547.0	122.1
31	9.2	7.4	0.23	231.7	271	540.3	114.7
32	9.3	7.5	0.22	227.5	263	533.6	107.7
33	9.4	7.6	0.21	223.3	255	526.9	101.2
34	9.6	7.7	0.21	219.2	247	520.3	95.0
35	9.7	7.8	0.20	215.2	240	513.6	89.3
36	9.8	7.9	0.19	211.3	232	507.0	83.8
37	10.0	8.0	0.19	207.4	226	500.4	78.7
38	10.1	8.1	0.18	203.6	219	493.8	73.9
39	10.3	8.2	0.18	199.8	212	487.3	69.3
40	10.4	8.3	0.17	196.2	206	480.7	65.1
41	10.6	8.4	0.17	192.5	200	474.3	61.1
42	10.7	8.5	0.16	189.0	194	467.8	57.3
43	10.9	8.6	0.16	185.5	188	461.4	53.7
44	11.0	8.7	0.15	182.1	182	455.0	50.4
45	11.2	8.8	0.15	178.7	177	448.7	47.3
46	11.3	8.9	0.14	175.4	171	442.4	44.4
47	11.5	9.0	0.14	172.1	166	436.1	41.6
48	11.6	9.1	0.13	168.9	161	429.9	39.0
49	11.8	9.2	0.13	165.8	156	423.7	36.6
50	11.9	9.3	0.13	162.7	152	417.6	34.3
						VPN	-28,867.3

Tabla 5.2. Valor comercial presente (VPN) de una hectárea de ganadería en la que se mantiene una vaca de doble propósito, siguiendo el sistema de producción promedio de Laguna Escondida (2005). Un dólar = \$10.89 MXN en 2005 (http://www.cefp.gob.mx/intr/e-stadisticas/copianewe_stadisticas.html).

$$VPN_{Ganadería} = \sum_{i=1}^{MA} (((F_{i \text{ (leche)}} * P_{leche}) + (F_{i \text{ (carne)}} * P_{carne})) - C_{vaca}) - K_{potrero}) * e^{-ri}$$

- $VPN_{Ganadería}$ es el valor comercial presente de una hectárea de ganadería en la que se mantiene una vaca de doble propósito, siguiendo el sistema de producción promedio de Laguna Escondida (Capítulo 3).
- i es el año
- MA es el tiempo máximo evaluado para la producción del sistema de ganadería (50 años).
- P_{leche} es el precio en el mercado por litro de leche (\$2 MXN) (Tabla 3.2)
- P_{carne} es el precio en el mercado por kg de carne de becerro
- C_{vaca} es el costo de mantenimiento de una vaca en el sistema (\$1,950 MXN) (Tabla 3.2)
- $F_{i \text{ (leche)}}$ es la producción anual esperada de litros de leche por vaca
- $F_{i \text{ (carne)}}$ es la producción anual esperada de kg de carne por vaca
- K es el valor presente del costo de mantenimiento del potrero (\$4,690 MXN) (Tabla 3.2)
- r es la tasa de descuento (en este caso, $r = 0.05$, de acuerdo a Ricker and Daly (1998)).

VPN de una hectárea de ganadería promedio del ejido Laguna Escondida						
Año	Estrategia de manejo (edad del animal, período reproductivo, estrategia de reemplazo en el hato)	(F) Producción en litros de leche en una vaca promedio	(F) Producción en kg de carne en una vaca promedio	(P) Precio en el mercado por Kg de carne	Utilidad neta del año en pesos por hectárea [[$(F_{i \text{ (leche)}} * 2) + (F_{i \text{ (carne)}} * P_{carne}) - 1,950$]] - 4,690	VPN del año en pesos (Utilidad neta * $Exp(-año * 0.05)$)
0	vaca de cuatro años, lactancia primera cría	720	190	15.5	-2255	-2255.0
1	vaca de cinco años, gestación segunda cría	0	0	0.0	-6640	-6181.8
2	vaca de seis años, lactancia segunda cría	720	190	15.5	-2255	-2040.4
3	vaca de siete años, gestación tercera cría	0	0	0.0	-6640	-5715.1
4	vaca de ocho años, lactancia tercera cría, esta cría reemplazará a la vaca en el hato	720	0	15.5	-5200	-4257.4
5	vaca de nueve años, gestación cuarta cría	0	0	0.0	-6640	-5171.2
6	vaca de diez años, lactancia cuarta cría, la vaca y su última cría son vendidas	720	460	8.5	-1290	-955.7
7	vaca de cuatro años, lactancia primera cría	720	190	15.5	-2255	-1589.1
8	vaca de cinco años, gestación segunda cría	720	0	0.0	-5200	-3485.7
9	vaca de seis años, lactancia segunda cría	720	190	15.5	-2255	-1437.9
10	vaca de siete años, gestación tercera cría	720	0	0.0	-5200	-3154.0
11	vaca de ocho años, lactancia tercera cría, esta cría reemplazará a la vaca en el hato	0	0	15.5	-6640	-3830.9

VPN de una hectárea de ganadería promedio del ejido Laguna Escondida						
Año	Estrategia de manejo (edad del animal, periodo reproductivo, estrategia de reemplazo en el hato)	(F) Producción en litros de leche en una vaca promedio	(F) Producción en kg de carne en una vaca promedio	(P) Precio en el mercado por Kg de carne	Utilidad neta del año en pesos por hectárea [[$(F_{(leche)} * 2) + (F_{(carne)} * P_{carne}) - 1,950$] - 4,690]	VPN del año en pesos (Utilidad neta * Exp(-año*0.05))
12	vaca de nueve años, gestación cuarta cría	720	0	0.0	-5200	-2853.8
13	vaca de diez años, lactancia cuarta cría, la vaca y su última cría son vendidas	720	460	8.5	-1290	-673.4
14	vaca de cuatro años, lactancia primera cría	720	190	15.5	-2255	-1119.8
15	vaca de cinco años, gestación segunda cría	0	0	0.0	-6640	-3136.5
16	vaca de seis años, lactancia segunda cría	720	190	15.5	-2255	-1013.2
17	vaca de siete años, gestación tercera cría	0	0	0.0	-6640	-2838.0
18	vaca de ocho años, lactancia tercera cría, esta cría reemplazará a la vaca en el hato	720	0	15.5	-5200	-2114.2
19	vaca de nueve años, gestación cuarta cría	0	0	0.0	-6640	-2568.0
20	vaca de diez años, lactancia cuarta cría, la vaca y su última cría son vendidas	720	460	8.5	-1290	-474.6
20	vaca de cuatro años, lactancia primera cría	720	190	15.5	-2255	-820.1
21	vaca de cinco años, gestación segunda cría	720	0	0.0	-5200	-1819.7
22	vaca de seis años, lactancia segunda cría	720	190	15.5	-2255	-750.6
23	vaca de siete años, gestación tercera cría	720	0	0.0	-5200	-1646.5
24	vaca de ocho años, lactancia tercera cría, esta cría reemplazará a la vaca en el hato	0	0	15.5	-6640	-1999.9
25	vaca de nueve años, gestación cuarta cría	720	0	0.0	-5200	-1489.8
26	vaca de diez años, lactancia cuarta cría, la vaca y su última cría son vendidas	720	460	8.5	-1290	-351.6
27	vaca de cuatro años, lactancia primera cría	720	190	15.5	-2255	-584.6
28	vaca de cinco años, gestación segunda cría	0	0	0.0	-6640	-1637.4
29	vaca de seis años, lactancia segunda cría	720	190	15.5	-2255	-529.0
30	vaca de siete años, gestación tercera cría	0	0	0.0	-6640	-1481.6
31	vaca de ocho años, lactancia tercera cría, esta cría reemplazará a la vaca en el hato	720	0	15.5	-5200	-1103.7
32	vaca de nueve años, gestación cuarta cría	0	0	0.0	-6640	-1340.6
33	vaca de diez años, lactancia cuarta cría, la vaca y su última cría son vendidas	720	460	8.5	-1290	-247.7
34	vaca de cuatro años, lactancia primera cría	720	190	15.5	-2255	-412.0
35	vaca de cinco años, gestación segunda cría	720	0	0.0	-5200	-903.6
36	vaca de seis años, lactancia segunda cría	720	190	15.5	-2255	-372.7
37	vaca de siete años, gestación tercera cría	720	0	0.0	-5200	-817.6
38	vaca de ocho años, lactancia tercera cría, esta cría reemplazará a la vaca en el hato	0	0	15.5	-6640	-993.1
39	vaca de nueve años, gestación cuarta cría	720	0	0.0	-5200	-739.8
40	vaca de diez años, lactancia cuarta cría, la vaca y su última cría son vendidas	720	460	8.5	-1290	-174.6

VPN de una hectárea de ganadería promedio del ejido Laguna Escondida						
Año	Estrategia de manejo (edad del animal, período reproductivo, estrategia de reemplazo en el hato)	(F) Producción en litros de leche en una vaca promedio	(F) Producción en kg de carne en una vaca promedio	(P) Precio en el mercado por Kg de carne	Utilidad neta del año en pesos por hectárea [[$(F_{(leche)} * 2) + (F_{(carne)} * P_{carne}) - 1,950$] - 4,690]	VPN del año en pesos (Utilidad neta * Exp(-año*0.05))
41	vaca de cuatro años, lactancia primera cría	720	190	15.5	-2255	-290.3
42	vaca de cinco años, gestación segunda cría	0	0	0.0	-6640	-813.1
43	vaca de seis años, lactancia segunda cría	720	190	15.5	-2255	-262.7
44	vaca de siete años, gestación tercera cría	0	0	0.0	-6640	-735.7
45	vaca de ocho años, lactancia tercera cría, esta cría reemplazará a la vaca en el hato	720	0	15.5	-5200	-548.1
46	vaca de nueve años, gestación cuarta cría	0	0	0.0	-6640	-665.7
47	vaca de diez años, lactancia cuarta cría, la vaca y su última cría son vendidas	720	460	8.5	-1290	-123.0
48	vaca de cuatro años, lactancia primera cría	720	190	15.5	-2255	-204.6
49	vaca de cinco años, gestación segunda cría	720	0	0.0	-5200	-448.7
50	vaca de seis años, lactancia segunda cría	720	190	15.5	-2255	-185.1
					VPN	-81,359

Tabla 5.3. Potencial de producción de *P. dioica* en los linderos de las parcelas de Laguna Escondida, siguiendo las especificaciones técnicas de la propuesta de linderos de uso comercial. Fuente: Cálculos realizados a partir del mapa de parcelación interno del ejido del Registro Agrario Nacional (INEGI,2000).

Parcela número	Perímetro (m)	Número de Pimientas
1	93	15
2	100	17
3	255	43
4	610	102
5	620	103
6	735	123
7	850	142
8	865	144
9	885	148
10	1065	178
11	1100	183
12	1120	187
13	1140	190
14	1155	193
15	1170	195
16	1260	210
17	1270	212
18	1325	221
19	1340	223
20	1380	230
21	1400	233
22	1400	233
23	1400	233
24	1415	236
25	1415	236
26	1420	237
27	1515	253
28	1690	282
29	1710	285
30	1830	305
31	2165	361
Total	35,698	5,950

Anexo 3. Descripción taxonómica de la especie arbórea *Pimenta dioica* (L.) Merr.

Nombre científico: *Pimenta dioica* (L.) Merrill
Género: *Pimenta*
Familia: Myrtaceae

Sinónimos:

Myrtus pimenta L.
Myrtus tabasco Schlecht.
Myrtus dioica L.
Eugenia pimenta D.C.
Pimenta officinalis Lindley
Pimenta pimenta Cockerell
Myrtus piperita Sesse & Moc.

Nombres comunes: (Standley, 1920 -1926; Martínez, 1979)

Pimienta gorda	Tabasco, Oaxaca, El Salvador, Guatemala
Patalolote	Oaxaca, Veracruz, Tabasco, Chiapas
Pimentón	Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatan
Pimiento	Oaxaca
Malagueta	Tabasco
Pimienta Tabasco	Tabasco, Oaxaca, Chiapas
Xocoxochitl	Lengua azteca "Nahuatl" Veracruz, Oaxaca, Tabasco,
Du-tedan	Lengua cuicateca, Oaxaca
Pimienta Aschmann	Lengua totonaca, Norte de Puebla
See Ucun	Lengua totonaca región de el Tajin Veracruz, Veracruz,
U'cum	Lengua totonaca, región de el Tajin Veracruz
U'cun	Lengua totonaca, región de el Tajin Veracruz
U'ucun	Lengua totonaca, región de el Tajin Veracruz
Pimiento oloroso	Nicaragua
Jamaica	Costa Rica
Tout-spice	
All spice	
Carpesium	
Carpobálsamo	
Flor acida	
Piment	

Descripción de la especie:

Árbol dioico, siempre verde, hasta 15 m de alto. Tronco recto con ramificación a partir de los 1-3 m, ramificaciones secundarias profusamente divididas; corteza homogénea, brillante, de color café plateado que se exfolia en largas tiras; madera rojiza, pesada y durable. Sistema radical extenso y profundo. Hojas perennifolias, simples, opuestas, agrupadas al final de las ramas; lamina, haz verde oscuro, envés de color claro, aromática, elíptica-oblonga, 6-15 cm de longitud, 3-6 cm de ancho, coriácea, venación pinnada, punteada, glabras o glabrescentes ápice obtuso o agudo, margen entero, base aguda o redondeada; pecíolo 1-1.5 cm de largo. Inflorescencia panículada, 6-12 cm de largo, con muchas flores, 3-4 veces compuesta, pedúnculos 2-5 (-7) cm de largo. Flores estructuralmente bisexuales (pero funcionalmente dioicas de tal manera que las flores masculinas y femeninas crecen en árboles separados), pequeñas, de 8-10 mm. diámetro, fragantes, blancas; cáliz tubular, proyectado sobre el ovario, de color blanco crema, persistente en el fruto, cáliz lobos generalmente 4 (5), redondeados a ovados, 1-1.5 mm de largo, blancos o gris-pubescentes externamente, densamente canescente-tomentulosos internamente; pétalos 4, de color blanco; ovario 2-locular, óvulos 1-2 en cada lóbulo; hipanto campanulado, parcial o escasamente prolongado sobre el ápice del ovario, densamente canescente-tomentuloso; pedicelo de 1 cm de largo, verde opaco y pubescente. Fruto baya, color morado - negro (maduras), café oscuro (seco); subgloboso, 4-6 mm diámetro, con 2 semillas; pericarpo aromático, rugoso (seco); mesocarpo muscilaginoso, dulce y aromático; coronada en el ápice por los lobos del cáliz. Semilla 3-4 mm de largo, embrión involuto-cíclico, formando una espiral doble (Landrum, 1986; Sanchez Vindas, 2001).

Distribución de la especie:

Centro América e islas del Caribe. En México se distribuye en la vertiente del Golfo de México desde el norte de Puebla y Veracruz hasta el sur de la Península de Yucatán (Landrum, 1986; Sanchez Vindas, 2001).