



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

TES01000159124

SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE LEGUMINOSAS UTILIZADAS EN LA REFORESTACION DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN LA MONTAÑA DE GUERRERO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :  
ARACELI VARGAS MENA Y AMEZCUA

MEXICO, D. F.

1991

A LA MEMORIA DE MIS PADRES

A Manuel y Sergio,  
mis queridos hermanos.

## INDICE

AGRADECIMIENTOS .....	1
RESUMEN .....	2
I. INTRODUCCION .....	3
II. ANTECEDENTES.....	8
II.1. Principios y Prácticas de Restauración.....	8
II.2. Restauración en la Montaña de Guerrero.....	14
II.3. Supervivencia y crecimiento de Plántulas.....	17
III. OBJETIVOS.....	19
IV. SITIOS DE ESTUDIO.....	20
IV.1. Area estudiada.....	20
IV.1.a. Localización Geográfica.....	20
IV.1.b. Clima y Litología.....	21
IV.1.c. Vegetación.....	21
IV.1.d. Aspectos Sociales.....	22
IV.2. Areas Reforestadas.....	23
V. ESPECIES ESTUDIADAS.....	24
VI. METODOLOGIA.....	25
VI.1. Reforestación.....	25
VI.2. Evaluación.....	28
VI.2.a. Supervivencia.....	29
VI.2.b. Crecimiento.....	30
VI.2.c. Relación Talla-Supervivencia.....	32
VII. RESULTADOS.....	33
VII.1. Supervivencia.....	33
VII.2. Crecimiento.....	34
VII.2. Relación Talla-Supervivencia.....	41

VIII. DISCUSION .....	44
VIII.1.De la metodología.....	44
VIII.2.De los resultados.....	45
VIII.3.De la problemática social .....	55
IX. CONCLUSIONES .....	58
X. BIBLIOGRAFIA .....	61
ANEXOS.....	67

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a la M. en C. Julia Carabias la dirección de este trabajo, así como su amistad y apoyo en todo momento.

Al Dr. Daniel Piñero, su paciente asesoría y las largas charlas en los momentos difíciles.

A la Dra. Silvia Purata, la M. en C. Irene Pisanty y la Biol. Silvia Iriarte, la expedita revisión de este trabajo y sus valiosas aportaciones.

A mis compañeros y amigos en este difícil asunto de la reforestación, Vicky, Vicente y Rosalba, quienes han compartido conmigo los momentos buenos y malos del campo y la computadora.

A todos mis compañeros del PAIR por su amistad e inigualable solidaridad.

A Tere Valverde por su gran amistad y su valiosa ayuda para la conclusión de este trabajo.

A mis amigos Pitis, Alejandro Casas, Silvia Castillo, Miguel Angel Soto, Guillermo Ibarra, Irene Pisanty, Nora Martigena, Fuensanta Rodríguez, Mireya Imaz, Ivonne Vargas, Jesús Serrano y Martín Soto por su cariño y confianza constante.

A mis antiguos amigos del Centro de Ecología, Ana Mendoza, Nidia Pérez, Eduardo Morales, Juan Núñez mil gracias por su amistad.

Al Laboratorio de Ecología y Especializado de Ecología por las facilidades para la realización de este trabajo.

Al Centro de Informática del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias, por la asesoría estadística y las facilidades para la impresión del trabajo final.

A las autoridades del H. Ayuntamiento del Municipio de Alcozauca, por su confianza en el proyecto y por todas las facilidades para su realización.

A los habitantes de la comunidad de Amapilca sin cuya participación nuestro trabajo no hubiera sido posible.

A Ligo, por el calor de hogar que le dá a nuestras estancias en Alcozauca.

A Dulce María, un millón de gracias por todo.

A mi familia por estar siempre conmigo.

## RESUMEN

El uso de los recursos naturales en México ha dado como resultado su alteración, llegando en muchos casos a su deterioro severo. Un ejemplo de esto es la deforestación, es decir, la transformación de las masas de vegetación arbolada. Entre las principales causas de deforestación están la producción de alimento y el uso de madera como combustible y para la construcción, realizado por productores con economía de subsistencia.

Ante esta situación, es necesaria la investigación tendiente a la restauración de estos ecosistemas. En este sentido se realizó en el municipio de Alcozauca, Gro., la reforestación de tres parcelas agrícolas abandonadas con diferentes características ambientales e historia de uso, con el fin de acortar los períodos de descanso y reincorporarlas a la producción. Para esto se utilizaron leguminosas arbóreas de uso múltiple, características de la vegetación de Selva Baja Caducifolia.

En el presente trabajo se evaluó la sobrevivencia y crecimiento de estas especies durante el año siguiente a la reforestación. Los resultados generales fueron los siguientes:

- En la parcela con mayor tiempo de abandono se registró la sobrevivencia más alta para todas las especies.

- Las especies del género Acacia fueron las que presentaron mayor sobrevivencia en las tres parcelas.

- Evaluando el crecimiento a través de la longitud y cobertura de los individuos, se encontró que casi todas las especies tuvieron decrementos significativos en la parcela con mayor tiempo de abandono.

- En la parcela con menor tiempo de abandono, y que presenta un mayor grado de deterioro, la única especie en que se observó aumento en longitud fué A. pennatula que también mostró un incremento en cobertura al igual que Prosopis juliflora y L. divaricata.

- Aunque en esta última parcela se encontró mayor crecimiento, la mortalidad fué muy elevada, mientras que en la parcela con mayor tiempo de abandono sucedió lo contrario. En la parcela con mayor tiempo de abandono no pudo ser evitada la entrada de ganado, lo que parece haber sido una de las causas principales para el decremento en talla de los individuos.

Podemos concluir a partir de este estudio que:

- La reforestación de parcelas muy deterioradas no puede llevarse a cabo con estas especies, ya que sus características edáficas no permiten la sobrevivencia de las plantas.

- En zonas con cierto grado de regeneración natural, las especies que pueden ser exitosas son aquellas que se establecen en zonas perturbadas, como las del género Acacia.

- Es imprescindible que se evite la incidencia de ganado a las zonas reforestadas ya que los individuos recién transplantados son sumamente vulnerables a este factor.

- Para que las prácticas de restauración puedan ser asumidas por los campesinos, es necesario que esté vinculada a sus formas de producción y que participen en ella desde su inicio.

## I. INTRODUCCION

Toda forma de apropiación de un recurso lleva consigo la alteración de este y su entorno, sin embargo, el grado de esta alteración varía dependiendo de la forma e intensidad de la apropiación.

En nuestro país, el uso agropecuario, forestal y pesquero de los diversos recursos naturales desde antes de la conquista, ha dado como resultado su modificación sustancial, pudiéndose hablar en muchos casos de deterioro severo.

Estas prácticas han ido cambiando a través del tiempo en estrecha relación con el crecimiento poblacional y los cambios en la estructura social, económica y política que ha sufrido el país a través de su historia.

Desde el inicio de la industrialización del país, la producción agropecuaria ha jugado un papel cada vez mas devastador sobre la naturaleza, sin embargo, dentro de los mismos procesos de producción se pueden distinguir algunos mas nocivos.

La deforestación, en un sentido amplio, puede definirse como la transformación o eliminación que sufren las masas de vegetación arbolada natural u original.

Las principales causas de aclareo del bosque son la necesidad de producir alimento y el corte de madera para combustible y construcción, todo ello realizado por productores con economía de subsistencia.

En cuanto al uso de madera como combustible, se calcula que al ritmo actual para el año 2,000, no habrá suficiente leña para

satisfacer las necesidades mínimas de calefacción. (Benge, 1987) y que, 3,000 millones de personas en el mundo subdesarrollado, enfrentarán esta aguda escasez de leña, la cual podría provocar una deforestación extensiva (Lundgren, 1985).

Por otra parte, la agricultura y sobre todo la ganadería han ido ocupando porciones importantes de cada una de las zonas ecológicas del país. Así, amplias superficies con Selvas Bajas Caducifolias han sido convertidas en áreas ganaderas en los estados de Yucatán, Chiapas, Guerrero, Michoacán y Jalisco. Por su parte las selvas altas y medianas que consituyen los exhuberantes paisajes del trópico cálido húmedo del país, han derivado casi en su totalidad en áreas ganaderas ya sea directamente o por la conversión de espacios originalmente utilizados para fines agrícolas. Considerando las cifras de expansión ganadera, junto con las tierras abiertas anualmente a la agricultura, la pérdida de vegetación por incendios forestales y por expansión urbana, se puede decir que es de alrededor de 1 millón de hectáreas anuales (Toledo, et al. 1989). Lo anterior tiene diferentes repercusiones como la pérdida de habitats y especies animales y vegetales. Se ha visto que la rápida degradación de la vegetación natural leñosa de las áreas áridas y semi áridas parece haber producido un severo empobrecimiento genético (Duchhart, et al. 1989).

Otro tipo de consecuencias es la pérdida de suelos por la falta de protección de una cubierta vegetal, así como la alteración del ciclo hidrológico, ya que con la deforestación aumenta la velocidad de los escurrimientos y disminuye la

cantidad de agua que se infiltra, lo cual produce cambios en la recarga de acuíferos, inundaciones catastróficas, reducción de la humedad de las laderas y por supuesto erosión. El acarreo de materiales que se produce con esta última, provoca a su vez el azolvamiento de presas y ríos, así como la pérdida de los nutrientes de los suelos.

Se puede decir que un porcentaje significativo de nuestro territorio se encuentra severamente erosionado (del 10 al 30%) mientras que las áreas que no presentan erosión constituyen un 35% y en algunas estimaciones estas no llegan a 20% (Toledo, et al. 1989).

Las regiones con mayores problemas de erosión se encuentran en las zonas subhúmedas, especialmente en las templadas. La erosión alcanza mayor intensidad en las áreas más pobladas como el centro y occidente del país en donde el efecto de los desmontes para fines agropecuarios y forestales han sido particularmente graves y el pastoreo también considerable.

En el corto y mediano plazo esta pérdida de suelo es irreversible ya que su formación natural es un proceso lento, por lo que su recuperación es costosa y tardada y en términos económicos y ecológicos es más conveniente su conservación.

Sin embargo, el grave estado de deterioro en que se encuentra el país, requiere la implementación de prácticas de restauración que permitan revertir estos procesos y reincorporar las áreas deterioradas a la producción de una manera racional y sostenida.

en la mayoría de los casos, la aplicación de estas tecnologías no es seguida de una evaluación a mediano o largo plazo que permita su extrapolación posterior. Finalmente hay que recordar que parte de la evaluación debe considerar la aceptación de los habitantes cuya subsistencia esta intimamente relacionada con las condiciones de los recursos naturales.



## II. ANTECEDENTES

### II.1. Principios y prácticas de Restauración

Los principios básicos de la restauración de tierras y ecosistemas son, en gran medida, los mismos que los de la sucesión ecológica. Según Bradshaw (1987), dado un tiempo suficiente, casi cualquier ecosistema degradado o destruido se regenerará por sí mismo, si no existen factores que se lo impidan, por lo tanto, cuando consideramos una restauración exitosa, implica que se lleva al cabo dentro de un periodo de tiempo más corto del que sería necesario para un proceso de regeneración natural. Aunque aquí habría que considerar que la dirección y el resultado de este proceso natural estaría determinado por diversos factores (intensidad y forma de uso, cercanía de la vegetación original, banco de especies presentes, etc.) debido a los cuales la comunidad vegetal no necesariamente volvería a presentar las características previas a dicha perturbación (Finegan, 1984; Purata, 1986 ).

La restauración de un ambiente se puede realizar con diferentes objetivos: con el fin de conservar y recuperar las comunidades vegetales y animales , o con fines productivos donde la meta no es el reestablecimiento de las condiciones originales, sino evitar que se profundice el deterioro y la recuperación de su capacidad productiva. De hecho, el concepto moderno de conservación incluye no sólo la protección y preservación de la diversidad biológica, sino que, además, se plantea la producción agropecuaria sostenible como actividad conservacionista lo cual

incluye el manejo de áreas de bosque natural para fines de producción forestal (Batisse, 1986).

De hecho la mayoría de las investigaciones que son relevantes para el enfoque de restauración, han sido realizadas por investigadores en agricultura y forestería. Además, estos estudios pueden ser importantes para la intrerpretación de sistemas ecológicos naturales mas complejos. En particular, el establecimiento de monocultivos en agricultura y forestería, ha llevado a generalizaciones ecológicas de gran importancia para el entendimiento de la diversidad en comunidades naturales. Un ejemplo de esto es el reconocimiento de que la variación genética dentro de una población puede obstaculizar e incluso prevenir el desarrollo de brotes epidémicos de enfermedades y pestes. Tales hallazgos obviamente tienen importantes implicaciones para la ecología de comunidades naturales (Harper, J.L. 1987).

En cuanto a las zonas boscosas, se han empleado diferentes términos para referirse a la introducción o reintroducción de especies arbóreas con el fin de acelerar la recuperación o mejorar la cubierta vegetal de una zona. Algunos de estos términos son los planteados por el Departamento de Foerestería "Hinkeloord" de la Universidad de Wageningen, Holanda (Anónimo, 1983):

-Forestación. Es el establecimiento artificial de bosques en tierras donde previamente (50 años) no los había.

-Reforestación. Es el establecimiento artificial de bosques en tierras donde los había e implica el reemplazamiento de las especies originales por otras esencialmente diferentes.

-Regeneración artificial. Es el mismo caso anterior, pero estableciendo esencialmente las mismas especies que existían previamente.

Sin embargo estas prácticas tienen diferente significado para los campesinos de zonas tropicales y para los profesionistas, agrónomos y forestales, cuya formación muchas veces obedece más al modelo de zonas templadas (Peck, 1983). Esto lleva a que frecuentemente las técnicas que se implementan no sean las más adecuadas, por una parte a las condiciones ambientales, y por otra a las necesidades e intereses de los habitantes del lugar.

En esta perspectiva se ha venido desarrollando un nuevo enfoque donde se pone mayor atención a las necesidades de la población local. Muy diferentes líneas han surgido en esta "nueva forestería", por ejemplo "forestería social", "forestería para el desarrollo de las comunidades locales", "extensión forestal" y sin duda una de las que ha logrado mayor repercusión es la "agroforestería" (Anónimo, 1983).

Una de las primeras definiciones que se conocen de agroforestería es "...un sistema de manejo sostenido de la tierra que incremente la productividad, combine cultivos agrícolas, cultivo de árboles y/o animales, simultánea o secuencialmente, y aplique prácticas de manejo que sean compatibles con los patrones culturales de la población local" (Bene et al. 1977).

Al respecto Contout ( ) comenta que "...en sentido amplio, la agroforestería desarrolla el concepto de usar árboles como un componente del manejo global de los recursos terrestres para satisfacer las necesidades de alimento, combustible, abrigo e

ingresos económicos de los habitantes locales. El sistema usado tiene que ser aceptado social, cultural y económicamente para maximizar los resultados y minimizar el daño al ambiente."

Los árboles y arbustos, aparte de proveer directamente productos básicos (madera, alimento, etc.), tienen en ocasiones un efecto positivo en la producción agrícola dada su capacidad de retención de suelo y aporte de materia orgánica entre otras (Lundgren, 1985).

En cuanto al control de la erosión, Young (1987) plantea que la agroforestería puede influir de las siguientes maneras:

i) incrementando la cobertura del suelo a través de la producción de mantillo con la caída de hojarasca.

ii) actuando como barrera a los escurrimientos mediante líneas cerradas y el mantillo que se acumula entre ellas.

iii) consolidando y estabilizando la estructura del suelo a través de la acción de las raíces de los árboles.

iv) uniendo las prácticas de conservación con el aumento de la producción, creando así conciencia de la importancia de estas prácticas.

Considerando los planteamientos anteriores, algunos autores consideran que la agroforestería provee la llave para una "nueva revolución verde", que responde al deterioro ambiental tendiente a proveer un beneficio ecológico, sostenible y localmente autosuficiente para la producción agrícola (Hosier, 1987)

En contraposición con lo anterior, Lundgren (1985) opina que sería erróneo y peligroso sobrevalorar las posibilidades de la agroforestería, ya que "...una elección incorrecta de la

combinación de especies utilizadas, de las prácticas de manejo y/o la falta de motivación y entendimiento de la gente, ésta puede fracasar igual que cualquier otra forma de uso."

Los campesinos de muchas partes de los trópicos, mantienen prácticas agroforestales tradicionales que van desde el manejo del bosque, hasta sofisticados sistemas de cultivos mixtos. En otras áreas, donde la gente tiene poca familiaridad con la mezcla de árboles y cultivos, estos sistemas se pueden hacer más eficientes o más diversificados con aportaciones del exterior, solo si se tiene un buen entendimiento de las implicaciones ecológicas y económicas de su trabajo (Hosier, 1987).

En la agroforestería se ha puesto un gran énfasis en la utilización de árboles de uso múltiple que puedan satisfacer simultáneamente diversas necesidades de los pobladores. (Fonzen, y Oberholzer, 1984; Young, 1989.)

Dado que los suelos tropicales son pobres en nitrógeno, las leñosas perennes de uso múltiple y fijadoras de nitrógeno, como las de la familia Leguminosae, ofrecen una opción favorable para el complejo problema de suelos empobrecidos y erosionados, disminución de la productividad y del forraje y suministro de madera (Anónimo, 1979; Bengé, 1987). Tal es el caso de Acacia albida y Prosopis spp. en Etiopía, donde han demostrado su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo en regiones semiáridas y de sabana seca (Young, 1987; Poschen, 1986).

De acuerdo con algunos autores (Peck, 1983; Young, 1987; Bengé, 1987; Borel, 1987; Scherr, et al. 1990.), las prácticas más comunes en que han sido empleadas estas especies son:

- Cultivo en corredores, donde los cultivos anuales se desarrollan en franjas delimitadas por líneas de árboles.
- Plantaciones combinadas con cultivos agrícolas donde el aporte de materia orgánica y nitrógeno favorecen el desarrollo del cultivo.
- Sistemas silvopastoriles donde los árboles son utilizados como sombra para el ganado o para complementar la alimentación si se trata de especies forrajeras.
- Siembra de árboles en estructuras de conservación de suelo tales como terrazas.
- Cercas vivas para la delimitación de terrenos de uso agrícola o pecuario, que además de los beneficios que proveen los árboles utilizados, le da un carácter permanente a los postes de las cercas.

En las zonas donde no se llevan a cabo estas prácticas de manera tradicional, muchas de ellas no son aceptadas por los pobladores debido a la pérdida de superficie cultivable por la siembra de árboles y el sombreado que dan al cultivo e incluso muchos de estos árboles de uso múltiple, son considerados malezas, por lo cual su introducción deliberada parece absurda a los ojos de los campesinos. Inclusive en zonas que sufren escasez de leña, la plantación de árboles con este propósito se considera un esfuerzo inútil (Sturmheit, 1990).

En el noreste semiárido y subhúmedo de México, aunque no se llevaban a cabo prácticas definidas de agroforestería antes de la conquista, los sistemas actuales ofrecen buenas bases para ser transformados en sistemas ecológicamente sostenibles con cultivos

mixtos que incorporen árboles (Stienen, 1990). En el resto del país, no se conocen estudios formales de agroforestería aunque muchas de sus prácticas se vienen realizando empíricamente por pobladores y técnicos.

Dado que la investigación en este campo se inicia a fines de los años 70, son relativamente pocas las experiencias que se conocen a partir de las cuales se puedan extrapolar las prácticas agroforestales. Aunado a esto, el hecho de que se utilicen árboles en estas prácticas, ocasiona que los beneficios se obtengan a mediano o largo plazo por lo que no se pueden dar recomendaciones confiables con evaluaciones de corto plazo.

Son muchos los aspectos que deben ser evaluados en este tipo de trabajos, desde aspectos como el desarrollo de la vegetación y el suelo, hasta los aspectos sociales de organización y apropiación de los proyectos por los habitantes locales.

## II.2. Restauración en la Montaña de Guerrero

La accidentada topografía de la zona, aunada a las difíciles condiciones de vida a las que se enfrentan sus habitantes, principalmente de origen indígena, hacen de ésta una región con importantes niveles de deterioro de sus recursos naturales a pesar de la riqueza y diversidad de habitats que se pueden encontrar.

En la Montaña de Guerrero ha habido intentos por parte de organismos gubernamentales de llevar a cabo programas de reforestación para recuperar y restaurar suelos que fueron desmontados para uso agrícola y se encuentran erosionados.

Tal es el caso del amplio programa de instalación de 33

viveros, 31 de los cuales pertenecen a COTEPER y 2 administrados por SARH que en la actualidad son los únicos en funcionamiento (Ayotoxtla y Chautzingo) (SARH. Plan de Desarrollo Rural para 1988.) Estos viveros fueron provistos de una costosa infraestructura que se perdió al dejar de funcionar por falta de apoyo y programas en torno a los cuales desarrollarse.

En el caso del Municipio de Alcozauca, se establecieron dos de estos viveros en el año de 1981, uno en los alrededores de la cabecera municipal, y otro en la comunidad de Amapilca. En este último poblado se llevó a cabo un programa de reforestación con especies nativas e introducidas a cargo Coplamar. Dado que no hubo seguimiento de ese programa, no se tienen datos de su desarrollo, sin embargo, por nuestras observaciones y de los habitantes locales, son pocos los árboles que han sobrevivido.

El programa de "Aprovechamiento y Manejo de los Recursos Naturales Renovables en la Región de la Montaña de Guerrero", se inició en el año de 1984 con el fin de encontrar alternativas a los problemas de manejo de los recursos naturales renovables. Entre estos problemas se contempló la necesidad de buscar mecanismos de restauración que tuvieran por objetivo detener y revertir los procesos de deterioro.

Debido a la disminución de la productividad de la zona, un objetivo de este proyecto fue contribuir a la restauración de áreas deterioradas y la recuperación de suelos de áreas agrícolas abandonadas, mediante la introducción de individuos juveniles de especies arbóreas, a la vez que se incrementaban las poblaciones de especies útiles como forraje, leña y madera.

Todo esto se llevó a cabo en Amapilca, una de las 20 comunidades del municipio de Alcozauca, con la participación de los habitantes locales, buscando su concientización sobre la problemática ambiental y la necesidad de llevar a cabo prácticas de conservación y restauración.

A pesar de que el proyecto se planteó a partir de los principios básicos de la agroforestería, no fue posible realizar un trabajo interdisciplinario ya que el equipo de trabajo estaba formado principalmente por biólogos.

Dado que un elemento importante para el éxito del proyecto, era la elección de las especies a ser utilizadas, se desarrollaron una serie de estudios previos.

Una primera selección de especies (14) se realizó con base en la información obtenida de los trabajos etnobotánicos realizados en la zona por el mismo Programa (Viveros y Casas, 1985).

Se estudio la distribución de estas especies en la comunidad de Amapilca para relacionarla con las diferentes características ambientales de la zona de estudio y ubicar los sitios donde se presentaban con mayor abundancia.

Simultáneamente se realizó un estudio fenológico de dichas especies con el objeto de conocer la disponibilidad a lo largo del año de las estructuras vegetales susceptibles de ser utilizadas (hojas, flores y frutos), conocer la variabilidad de las respuestas fenológicas de las especies y determinar correlaciones con parámetros ambientales (Arriaga, 1991).

Finalmente, se realizaron experimentos de germinación y crecimiento de las especies para conocer las condiciones mas

adecuadas para la propagación y planificación del tiempo de siembra. Estos experimentos se realizaron en el vivero de la comunidad que se encontraba abandonado y fue rehabilitado por el Programa para ello, así como para reproducir masivamente las plantas para la reforestación.

En función de la información obtenida, se seleccionó un grupo de 8 especies que presentaron características que se consideraron mas adecuadas para ser utilizadas en la reforestación, tales como distribución amplia o intermedia, alta capacidad de germinación, disponibilidad de germoplasma y fácil producción en vivero.

En 1987 se llevó a cabo un proyecto piloto de reforestación de 3 hectáreas de terrenos agrícolas abandonados, y la evaluación que se ha venido realizando de este proyecto ha sido en tres sentidos. Por una parte, desde el año de establecimiento de las plantaciones, se han hecho muestreos de suelo los que posteriormente se han analizado para determinar sus características físicas y químicas (Cervantes, en preparación). Simultáneamente, se ha hecho un seguimiento de la estructura y composición de la vegetación en las parcelas con el fin de conocer el proceso sucesional de la comunidades vegetales (Landa, 1989). El último aspecto de la evaluación y materia de el presente trabajo, es el seguimiento del establecimiento y desarrollo de las primeros estadios de las especies introducidas.

### II.3. Supervivencia y Crecimiento en plántulas

Considerando que los estadios de plántula y juvenil representan dos de las etapas de mas alto riesgo de mortalidad en

el ciclo de vida de la mayoría de las especies vegetales (Harper, 1977), el poder conocerlas en detalle puede significar el éxito o fracaso de estos proyectos.

Aunque el crecimiento es un concepto utilizado cotidianamente, su definición ha tenido algunas controversias, sin embargo para nuestros fines tomaremos la definición planteada por Richards (1969): "crecimiento son los cambios en magnitud de cualquier característica medible como el peso, altura u otros atributos similares que normalmente incrementan con la edad".

En revisión realizada por Iriarte (1987) se menciona que los primeros estudios de crecimiento en plantas se realizan con el fin de optimizar el rendimiento agrícola y que estos "sentaron las bases del Análisis de Crecimiento, nombre genérico que se le ha dado al conjunto de métodos de estudio y análisis para evaluar el crecimiento de las plantas".

Uno de los parámetros mas utilizados para este Análisis de Crecimiento es la Tasa de Crecimiento Relativo (R) la cual representa el incremento en material vegetal por unidad de material por unidad de tiempo, es decir, la diferencia entre el logaritmo natural del material vegetal final y el logaritmo natural del inicial entre el tiempo transcurrido. Este parámetro (Blackman 1919), representa la eficiencia de la planta como productor de nuevo material.

Hunt (1978) plantea también que esta tasa de crecimiento relativo es particularmente útil cuando se tiene la necesidad de comparar diferencias entre especies y tratamientos sobre una base uniforme. El Análisis de Crecimiento considera otros parámetros

como tasa neta de asimilación, tasa de unidad foliar, ya que la tasa de crecimiento de la planta depende simultáneamente de la eficiencia de sus hojas como productoras de nuevo material y la cantidad de hojas de la planta.

### III. OBJETIVOS

- Determinar la sobrevivencia de 7 especies de leguminosas introducidas en la reforestación de 3 parcelas experimentales con diferentes condiciones ambientales e historia de uso en la comunidad de Amapilca, municipio de Alcozauca, Gro.

- Describir el crecimiento de estas mismas especies, tomando como parámetros la altura, la longitud y la cobertura de los individuos.

- Evaluar la conveniencia de utilizar de las especie estudiadas en proyectos de restauración ambiental.

#### IV. ZONA DE ESTUDIO

##### IV.1. Area de Estudio

##### IV.1.i. Localización Geográfica

La zona de estudio se encuentra al noreste del Edo. de Guerrero dentro del municipio de Alcozauca de Guerrero, formando parte de la Región de la Montaña del mismo estado. Se localiza entre los paralelos 17° 15' y 17° 30' de latitud norte y los meridianos 98° 30' y 98° 18' de longitud oeste. Abarca una superficie aproximada de 550 km<sup>2</sup> y sus límites son: al norte el municipio de Tlalixtaquilla, al noroeste Tlapa, al sur el municipio de Metlatonoc, al este con el Estado de Oaxaca, al oeste con Xalpatlahuac y al suroeste con el municipio de Atlamajalcingo del Monte (Viveros, y Casas, 1985). (Figura 1).

Una de las 21 comunidades del municipio es el ejido de Amapilca que se localiza a 4 km al norte de la cabecera municipal entre los 17° 28' 40'' y los 17° 30' 29'' de latitud N y los 98° 21' 00'' y 98° 23' 19'' de longitud W. Tiene una extensión aproximada de 1000 has, de las cuales solamente 28 son de riego.

La topografía del ejido, al igual que la del resto de la Región, es muy compleja presentando cerros cuyas laderas suelen tener pendientes fuertes y a veces escarpadas, estimándose que alrededor del 65% de los terrenos tienen pendientes mayores de 15°, 22% entre 10 y 15° llamadas localmente jollas y finalmente algunas pequeñas superficies de coluvión y el depósito aluvial que corresponde al río Alcozauca. Se presentan numerosas cañadas, de las cuales las dos más importantes son la del Limón y la del León Pintado

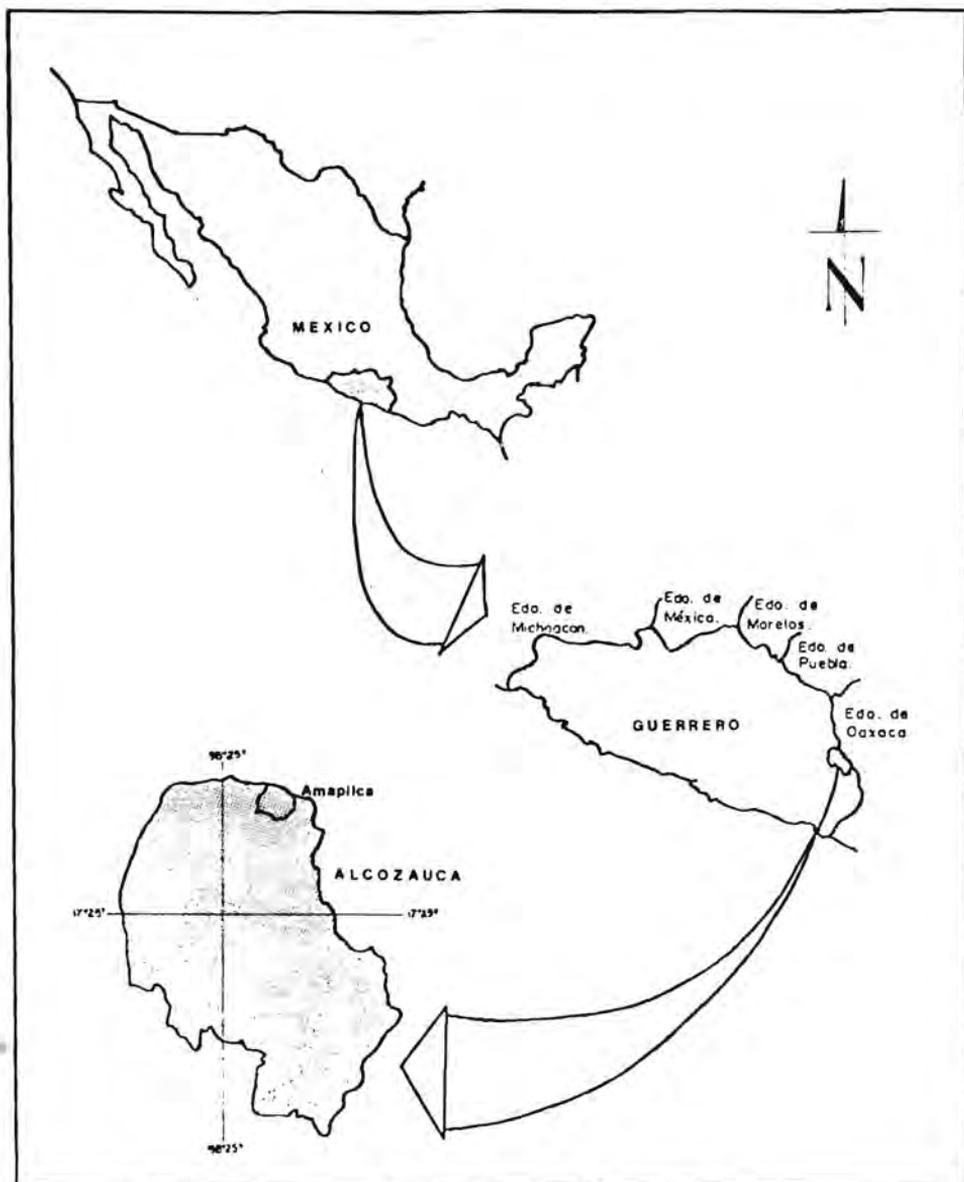


Figura 1 .Localización del municipio de Alcozauca, Gró.

El ejido comprende altitudes desde los 1250 msnm a los 1880 msnm con la zona más alta hacia el SE, en la Laguna Seca, y la más baja junto al río Salado, donde están los terrenos de riego.

#### IV.1.ii. Clima y Litología

Aunque no existe estación climatológica en la comunidad, el clima es muy semejante al de la cabecera municipal donde se encuentra la estación meteorológica de la SARH y de acuerdo al gradiente altitudinal podemos encontrar dos tipos de clima. En las zonas bajas que van de los 1200 a 1400 msnm, encontramos el A(C)w<sub>0</sub>, el más seco de los semicálidos y el A(C)w, intermedio por su grado de humedad entre los 1400 y 1850 msnm (Tabla 1).

Tabla 1. Valores promedio de Temperatura y Precipitación para el Municipio de Alcozauca (García, E. 1981).

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio
Temperatura °C	17.6	19.6	21.2	22.7	23.2	22.3	21.1	21	20.4	19.6	18.5	17.7	20.4
Precipitación mm	5.9	2.8	5.1	23.4	66.9	161.9	165.5	169.5	159	67.1	14.1	5.1	846.3

En cuanto a la litología, el ejido presenta un panorama variado con calizas, gravas, rocas ígneas andesíticas, ígneas basálticas, dos tipos de conglomerado, caliche, una volcánica y depósitos aluviales y coluviales (Toledo, et al. 1984).

#### IV.1.iii. Vegetación

Se ha determinado que dentro del ejido de Amapilca se presentan seis tipos de vegetación: bosque de pino-encino, bosque de sabinos, bosque de encinos, selva baja caducifolia, bosque espinoso y vegetación riparia (Toledo, C. et al. 1984).

El área en que se llevó a cabo este estudio se encuentra en la zona correspondiente a la Selva Baja Caducifolia (Miranda y

Hernandez X. 1963) o Bosque Tropical Caducifolio (Rzedowski, 1978). Es una zona de vegetación densa en la que las especies más frecuentes son: Heliocarpus tomentosus, Lysiloma acapulcensis, Bursera glabrifolia, B. bipinnata, B. ariensis, B. copallifera, B. lancifolia, Ipomea sp, Acacia bilimekii, Zanthoxillum sp., Conzattia multiflora, Diphysa suberosa (Toledo, 1984).

#### IV.1.iv. Aspectos sociales.

Según el Censo Local de 1984, Amapilca cuenta con 36 familias y un total de 210 habitantes, de los cuales aproximadamente la mitad son indígenas mixtecos y la otra parte son mestizos, todos ellos campesinos de subsistencia o infrasubsistencia que dependen principalmente de la producción de temporal ya que sólo cuentan con 8 has. de riego en la zona de vega, la cual se reparte entre las distintas familias, en las cuales se puede cultivar un ciclo adicional de maíz, frijol, calabaza y algunas hortalizas como sandía, cebolla, ajo, jitomate y cacahuete.

Los principales sistemas de producción que pueden encontrarse en esta comunidad, son el de vega (riego), anual de secano (barbecho), calmil (huerto), tlacolole (roza, tumba y quema), temporal de frijol y frutales con milpa.

La segunda actividad en importancia es la cría de ganado caprino y vacuno. Ambos se practican en forma de "libre pastoreo" siendo el primero más destructivo para el bosque debido al tamaño de los hatos cuya acción obstaculiza la regeneración natural de los bosques. El segundo tipo se restringe al ganado utilizado como tracción animal en las labores agrícolas.

Otra actividad productiva que se practica de manera complementaria es la ganadería de traspatio que consiste en la cría de animales domésticos (patos, pollos, guajolotes, etc.) que en un momento dado pueden ser vendidos para resolver una emergencia económica o ser consumidos por la familia o en alguna fiesta popular.

#### IV.2. Areas Reforestadas

Dentro de esta comunidad se reforestaron 3 parcelas de aproximadamente 1 ha cada una con diferentes condiciones ambientales e historia de manejo.

La parcela ubicada en la "Loma del Puerco", (Loma), tiene dos laderas de orientación, NO y SE con pendientes de entre 12° y 21° respectivamente y una altitud de 1 510 msnm. Se cultivó maíz con sistema de barbecho largo. Cuando se reforestó tenía 20 años de no ser cultivada, utilizándose durante este tiempo como zona de pastoreo.

La segunda parcela se encuentra en el paraje conocido como "Jolla del Limón" (Jolla). Es una ladera con orientación NW-W con pendientes desde los 17° a los 21° y una altitud de 1370 msnm. También fue cultivo de maíz pero de barbecho corto y tenía solamente 1 año de abandono.

Por último la parcela, localizada en el camino a la "Laguna seca" (Ladera), presenta orientaciones SW-SE y pendientes de 26° a 30°. Por la fuerte pendiente del lugar debió haber sido cultivada por el sistema de Tlacolole (también conocido como roza-tumba-quema en otras zonas), sin embargo se trabajó como barbecho lo cual causó un grave problema de erosión que solo

permitió que se cultivara el año de su apertura. En el momento de la reforestación llevaba dos años de abandono.

#### IV.3. Especies Estudiadas

Como se ha mencionado, esta zona tiene como tipo de vegetación predominante la selva baja caducifolia (SBC) por lo cual se eligieron 8 especies de leguminosas pertenecientes a este tipo de vegetación y a las zonas perturbadas aledañas. Esto se hizo con el fin de que las especies tuvieran mayores probabilidades de éxito al ser nativas de la zona.

Todas las especies que se eligieron pertenecen a la familia Leguminosae y a la Subfamilia Mimosoideae, 3 del género Acacia con forma de crecimiento arbustivo las cuales son reportadas como parte de la vegetación secundaria que frecuentemente sucede a la SBC (Rzedowski y McVaugh 1966), 2 de Leucaena, 2 de Lysiloma éstas últimas arbóreas mas afines a vegetación primaria y estadios sucesionales avanzados (Tabla 2).

Tabla 2. Características de las especies empleadas en la Reforestación experimental de Amapilca, Gro.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	USOS	TIPO DE CRECIMIENTO	TIPO DE AMBIENTE
<u>Acacia pennatula</u>	Cubata blanca	Forraje y	Arbustivo	Areas Perturbadas
<u>Acacia cochliacantha</u>	Cubata prieta	Leña		
<u>Acacia farnesiana</u>	Huizache	Forraje		
<u>Lysiloma divaricata</u>	Tlahuitole	Leña	Arboreo	Areas no Perturbadas
<u>Lysiloma opaculcensis</u>	Tepehuaje	Leña y Madera		
<u>Leucaena esculenta</u>	Guaje colorado	Forraje y		
<u>Leucaena macrophylla</u>	Guaje de caballo	Alimento Humano		
<u>Prosopis juliflora</u>	Mezquite	Forraje, Leña y Madera		

## VI. METODOLOGIA

### VI.1. Reforestación

Antes de describir la metodología seguida para la evaluación de la reforestación, es conveniente dar a conocer de que manera se llevó a cabo dicha reforestación.

Las parcelas que se reforestaron fueron cercadas con 7 hileras de alambre de púas para excluir el ganado.

En promedio se transplantaron 1200 plántulas por hectárea en una doble hilera de cepas siguiendo las curvas de nivel. Las cepas tenían una separación de 2 m y entre hilera e hilera existe un metro de distancia. La distancia entre cada doble hilera es variable dependiendo de la pendiente del terreno ya que el intervalo vertical se mantuvo constante (1.5m) (Figura 2).

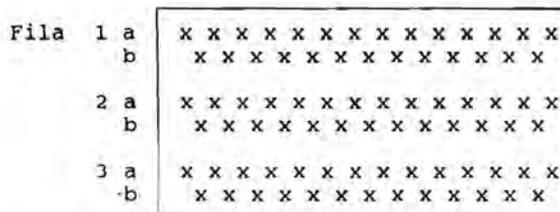


Fig. 2 Distribución de los individuos en las parcelas reforestadas en Amapilca, Gro. En el margen izquierdo se muestra la nomenclatura de las filas.

Las plantaciones se diseñaron de tal manera que las hileras fueran monoespecíficas pero tratando que las especies no se repitieran en hileras cercanas. También se combinaron las especies con crecimiento arbóreo en la hilera superior (a) y las de crecimiento arbustivo en la hilera inferior (b) (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de las especies en cada parcela reforestada en Anapilca, Gro.

Fila	LOMA		JOLLA		LADERA	
	a	b	a	b	a	b
1	<u>L. divaricata</u>	<u>A. pennatula</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>A. pennatula</u>	<u>L. esculenta</u>	<u>A. cochliacantha</u>
2	<u>L. esculenta</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. macrophylla</u>	<u>A. pennatula</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>A. farnesiana</u>
3	<u>L. macrophylla</u>	<u>A. cochliacantha</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>L. acapulcensis</u>	<u>L. esculenta</u>	<u>L. divaricata</u>
4	<u>L. divaricata</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. esculent</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. esculenta</u>	<u>L. divaricata</u>
5	<u>L. esculenta</u>	<u>A. pennatula</u>	<u>L. macrophylla</u>	<u>A. pennatula</u>	<u>L. esculenta</u>	<u>A. cochliacantha</u>
6	<u>L. acapulcensis</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>A. pennatula</u>
7	<u>L. divaricata</u>	<u>A. pennatula</u>	<u>L. esculenta</u>	<u>L. acapulcensis</u>	<u>L. esculenta</u>	<u>A. farnesiana</u>
8	<u>L. esculenta</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>L. esculenta</u>
9	<u>L. acapulcensis</u>	<u>A. pennatula</u>	<u>L. esculenta</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>A. cochliacantha</u>
10	<u>L. divaricata</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>A. pennatula</u>	<u>L. esculenta</u>	<u>A. farnesiana</u>
11	<u>L. esculenta</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. macrophylla</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>L. esculenta</u>
12	<u>L. acapulcensis</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>L. macrophylla</u>
13	<u>L. divaricata</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>L. esculenta</u>		
14	<u>L. esculenta</u>	<u>A. farnesiana</u>	<u>L. esculenta</u>	<u>F. juliflora</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>L. esculenta</u>
15	<u>L. macrophylla</u>	<u>A. pennatula</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>F. juliflora</u>	<u>L. divaricata</u>	<u>L. esculenta</u>

16	a b	<u>L. divaricata</u> <u>A. farnesiana</u>
17	a b	<u>L. esculenta</u> <u>A. pennatula</u>
18	a b	<u>L. acapulcensis</u> <u>A. farnesiana</u>
19	a b	<u>L. divaricata</u> <u>A. pennatula</u>

<u>L. divaricata</u> <u>L. esculenta</u>
---

La proporción de individuos de cada especie en cada parcela se determinó a partir de las observaciones realizadas en los alrededores de las parcelas a reforestar y de los estudios de distribución previos (Tabla 4).

Tabla 4. Número de individuos transplantados a 3 parcelas para su reforestación en Amapilca, Gro. El porcentaje de cada especie se presenta entre paréntesis.

ESPECIE/PARCELA	LOMA	JOLLA	LADERA
<u>A. pennatula</u>	179 (17)	141 (14)	39 (3)
<u>A. farnesiana</u>	298 (29)	220 (21)	110 (9)
<u>A. cochliacantha</u>	21 (2)	-	131 (10)
<u>L. divaricata</u>	187 (18)	246 (24)	468 (37)
<u>L. acapulcensis</u>	122 (12)	77 (8)	-
<u>L. esculenta</u>	165 (16)	176 (17)	476 (37)
<u>L. macrophylla</u>	50 (5)	121 (12)	47 (4)
<u>P. juliflora</u>	-	45 (4)	-

El trasplante se realizó al inicio del período de lluvias en el mes de junio de 1987, momento en el cual las plantas tenían en promedio 3 meses de edad durante los cuales estuvieron en el vivero con riego periódico y evitando el ataque de plagas.

#### VI.2. Evaluación

Con el fin de determinar el éxito de las diferentes especies en las parcelas reforestadas, se midieron periódicamente parámetros que expresan el desarrollo de los individuos tales como altura, longitud y cobertura, para lo cual se hicieron registros aproximadamente cada dos meses de la sobrevivencia y el crecimiento en cada parcela.

El primer muestreo se realizó 5 meses después, en noviembre de ese mismo año, con el fin de que el período de lluvias permitiera el establecimiento de los individuos. El período de muestreo se extendió hasta diciembre de 1988, realizándose posteriormente muestreos anuales en diciembre de 1989 y 1990 para la parcela Loma.

Debido a que la parcela Loma presenta características diferentes en cuanto a suelo, pendiente y orientación en las dos laderas que la forman, los datos se analizaron considerando toda la parcela y separando las laderas como parcelas independientes.

A diferencia de los análisis de sobrevivencia, los de crecimiento se llevaron a cabo para todas las especies en la parcela Loma y Jolla, pero no para la parcela Ladera ya que en esta última la mortalidad fué total antes de alcanzar el primer año de muestreo.

### VI.2.i. Supervivencia

Se realizaron censos en las 3 parcelas registrando los individuos vivos y muertos. En época de secas, cuando las especies han perdido el follaje, fue difícil determinar si los individuos estaban vivos, por lo que en ocasiones se tuvieron valores de supervivencia menores que los registrados en la época de lluvias posterior. Para corregir este error, los valores de estos meses fueron sustituidos por los de meses posteriores si eran superiores.

Con los datos de campo se construyeron curvas de supervivencia por especie para cada parcela y curvas globales para cada parcela.

Para determinar si la supervivencia de cada especie fue significativamente diferente en las tres parcelas, se aplicó el Método de Friedman para bloques aleatorizados para cada muestreo, donde las especies fueron consideradas como bloques y las parcelas como los tratamientos (Sokal, y Rohlf 1969) (Figura 3).

Aunque dentro de cada parcela las especies siguen el mismo patrón que la curva global de la parcela, se aplicó la prueba de G para determinar si había diferencias significativas entre las especies al final del año de muestreo.

Estos análisis se realizaron con los datos del cuarto muestreo (julio 1988) con el fin de poder comparar las tres parcelas ya que para el siguiente muestreo solo la parcela Loma tenía una supervivencia importante.

### VI.2.ii. Crecimiento

El tipo de muestreo que se utilizó fue sistemático y se marcaron diez individuos por línea lo cual da un número variable por especie ya que su proporción es diferente en cada parcela.

Tabla 5. Tamaño de muestra inicial para la determinación del crecimiento en dos parcelas reforestadas en Amapilca, Gro.

ESPECIE/PARCELA	LOMA	JOLIA
<u>A. pennatula</u>	70	40
<u>A. farnesiana</u>	108	60
<u>A. cochliacantha</u>	10	19
<u>L. divaricata</u>	70	79
<u>L. acapulcensis</u>	40	20
<u>L. esculenta</u>	62	49
<u>L. macrophylla</u>	20	30
<u>P. juliflora</u>	-	19
TOTAL	380	316

En cada muestreo se registraron los mismos individuos y en caso que alguno muriera, este no era reemplazado por lo que el tamaño de la muestra disminuyó con el tiempo (Tabla 5).

El crecimiento fue determinado tomando como parámetros la altura, longitud y cobertura de las plantas.

La altura se midió a partir del punto de emergencia del tallo hasta el punto mas alto alcanzado por alguna parte de la planta.

La longitud se tomo a partir del mismo punto pero considerando la longitud del tallo principal o la rama mas larga.

Finalmente la cobertura se midió tomando dos diámetros perpendiculares para obtener un círculo aproximado ( $\pi$ )  $(D_1+D_2/4)^2$

Se realizaron correlaciones entre la longitud, altura y cobertura para eliminar en lo posible aquellos que estuvieran correlacionados y de esta manera simplificar el análisis.

En la parcela Loma se utilizó la t Student (Sokal, y Rohlf, 1969), para determinar si había diferencias significativas en los parámetros de los individuos entre las laderas que hiciera necesario que se les considerara como parcelas distintas.

Se graficaron los valores promedio de altura, longitud y cobertura de cada especie en ambas parcelas a lo largo de todo el periodo de muestreo.

Los incrementos o decrementos en los valores absolutos de las variables seleccionadas, fueron analizados realizando pruebas de comparación de una muestra para determinar si las modificaciones diferían significativamente de cero. Para esta prueba se utilizaron los valores iniciales y finales unicamente de los individuos que sobrevivieron al año de muestreo.

Se determinó la Tasa de Crecimiento Relativo (R) entre el primer muestreo (nov. 87) y un año después (dic 88). Para determinar esta tasa se utilizaron longitud y cobertura.

$$\bar{R}_{\text{longitud}} = \frac{\ln \bar{l}_{\text{ong}_f} - \ln \bar{l}_{\text{ong}_i}}{t_f - t_i \text{ (meses)}}$$
$$\bar{R}_{\text{cobertura}} = \frac{\ln \bar{c}_{\text{ob}_f} - \ln \bar{c}_{\text{ob}_i}}{t_f - t_i \text{ (meses)}}$$

Para determinar si había diferencias significativas en la Tasa de Crecimiento Relativo entre las especies dentro de cada parcela, se aplicó el Test de Kruskal-Wallis (Sokal, y Rohlf 1969), detectando posteriormente entre que especies se daban las diferencias a través de una Comparación Múltiple (Daniel, 1978)

### VI.2.iii. Relación talla-sobrevivencia

Mediante la utilización de la prueba de Kolmogorow-Smirnov para dos muestras. (Figura 3) se determinó si existe efecto de la talla de los individuos en su sobrevivencia, se realizó un análisis combinando ambas variables, el cual consistió en determinar la distribución de la longitud y cobertura de los individuos sobrevivientes, comparando esta distribución con la de los individuos muertos durante el año de muestreo

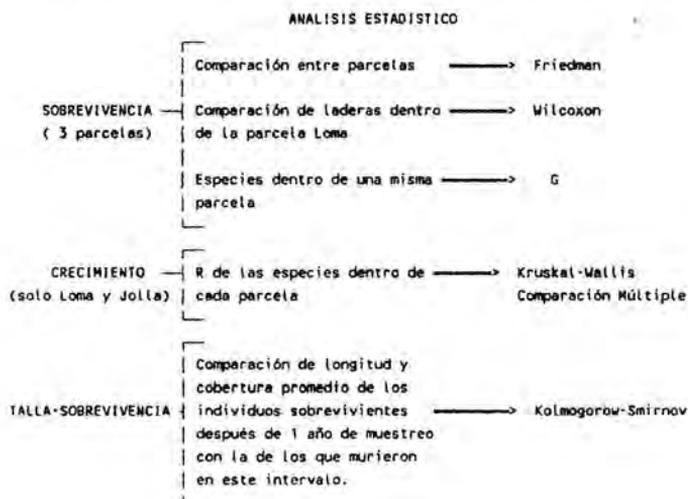


Figura 3. Resumen de la metodología para el análisis de los resultados del crecimiento y sobrevivencia de las especies utilizadas en la reforestación experimental en Ampilca, Gro.

## VII. RESULTADOS

### VII.1. Supervivencia

La supervivencia, después de un año del trasplante (julio 1988) y considerando los individuos de todas las especies fue mayor en la Loma (93%) siguiéndole la Jolla (40%) y por último la Ladera (8%) (Prueba de Friedman,  $P < 0.05$ ).

Al comparar las dos laderas de la parcela Loma mediante la prueba de Wilcoxon por rangos, se encontró que no hay diferencias significativas por lo que se analizó la parcela de manera global.

En las curvas de supervivencia se puede observar que mientras la de Loma se mantuvo prácticamente constante, en las dos parcelas restantes disminuyó drásticamente en particular entre abril y julio coincidiendo con la sequía cálida que precede a la época de lluvias (Figura 4).

Aunque dentro de cada parcela las especies siguieron el patrón global de supervivencia de esta, se detectaron algunas diferencias (fig.5). En la Loma, las mayores supervivencias correspondieron a las especies del género Acacia destacando A. cochliacantha (100%) siguiendo las de Lysiloma y finalmente las 2 de Leucaena siendo L. macrophylla la de menor supervivencia (48%). No hubo diferencia significativa entre A. farnesiana, las especies de Lysiloma y Leucaena esculenta.

En la Jolla, A. farnesiana presentó los mayores valores de supervivencia difiriendo significativamente del resto de las especies, le sigue de A. pennatuala y finalmente las especies de Leucaena y Lysiloma.

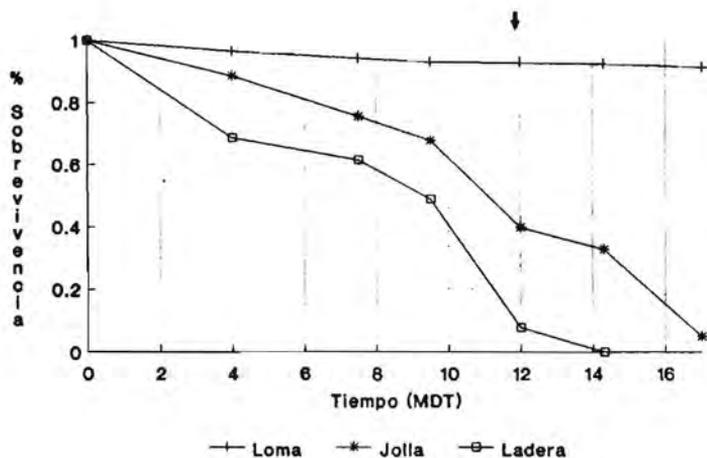


Figura 4. Supervivencia por parcela reforestada, considerando todas las especies. El tiempo esta expresado en meses después del transplante (MDT). La flecha señala el muestreo en el cual se comparó la supervivencia de las tres parcelas.



**Fig 5. Sobrevivencia de las especies estudiadas en las tres parcelas experimentales en Amapilca, Gro. Las especies unidas por un trazo no son estadísticamente diferentes en su sobrevivencia (datos de julio 1988).**

**LOMA**

ESPECIE	% SOBREVIVENCIA
<i>A. oochilacantha</i>	100
<i>A. pennsula</i>	93
<i>A. farneolana</i>	88
<i>L. acapulcense</i>	88
<i>L. diversata</i>	83
<i>L. eculenta</i>	82
<i>L. macrophylla</i>	48

**JOLLA**

ESPECIE	% SOBREVIVENCIA
<i>A. farneolana</i>	58
<i>A. pennsula</i>	43
<i>L. eculenta</i>	23
<i>L. diversata</i>	28
<i>L. macrophylla</i>	10
<i>L. acapulcense</i>	8

**LADERA**

ESPECIE	% SOBREVIVENCIA
<i>A. oochilacantha</i>	20
<i>A. farneolana</i>	13
<i>L. eculenta</i>	9
<i>A. pennsula</i>	6
<i>L. diversata</i>	3
<i>L. macrophylla</i>	2

En el caso de la Ladera, los individuos de A. cochliacantha fueron los que mas sobrevivieron seguido de A. farnesiana, L. esculenta y A. pennatula que a su vez no difirió significativamente de L. divaricata y L. macrophylla los valores son muy bajos (entre 2 y 20%) y a pocos meses de la reforestación, practicamente la mortalidad era total (Figura 6).

#### VII.2. Crecimiento

Como resultado de las regresiones lineales de altura vs. longitud que se realizaron para cada especie en ambas parcelas, podemos ver en la tabla 6, que altura y longitud presentaron valores altos de correlación en todos los casos por lo que se decidió analizar unicamente la longitud.

Tabla 6. Coeficientes de correlación entre las variables consideradas para evaluar el crecimiento de las especies estudiadas en dos de las parcelas reforestadas en Amapilca, Gro.

ESPECIE	LOMA		JOLLA	
	ALTURA VS. LONG	n	ALTURA VS. LONG	n
<u>Acacia pennatula</u>	0.85	431	0.90	124
<u>Acacia farnesiana</u>	0.73	693	0.88	200
<u>Acacia cochliacantha</u>	0.95	64	-	-
<u>Lysiloma divaricata</u>	0.87	396	0.53	208
<u>Lysiloma acapulcensis</u>	0.83	213	0.93	48
<u>Leucaena esculenta</u>	0.90	329	0.91	129
<u>Leucaena macrophylla</u>	0.99	106	0.94	77
<u>Prosopis juliflora</u>	-	-	0.98	70

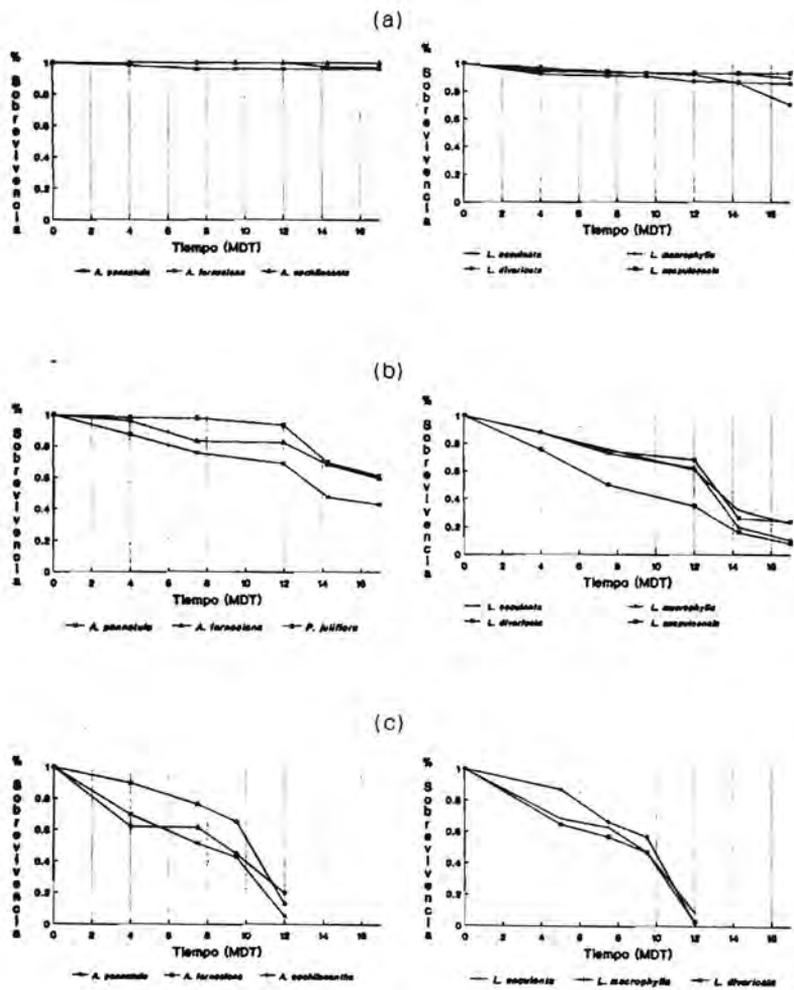


Figura 6. Curvas de sobrevivencia de las especies introducidas en la reforestación experimental de Amapilca, Gro. a lo largo de un año de muestreo en tres parcelas (a) Loma, (b) Jolla y (c) Ladera. El tiempo se expresa en meses después del trasplante (MDT).

En la comparación entre laderas de la parcela Loma, no se encontraron diferencias significativas en la longitud por lo que se presentan los valores promedio de toda la parcela (Tabla 7). No se presentan valores para A. cochliacantha debido a que solo se introdujo en una de las laderas.

Tabla 7. Longitud promedio de los individuos de las especies estudiadas en la parcela Loma para noviembre de 87 y diciembre de 88.

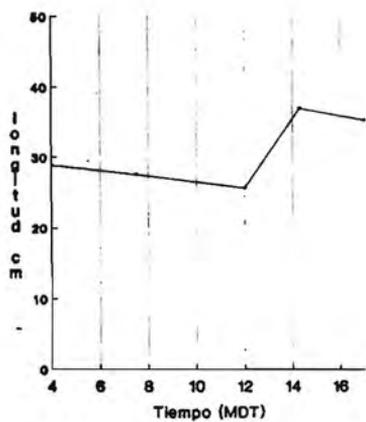
ESPECIE	1987		1988	
	X ± d.e	n	X ± d.e	n
<u>A. pennatula</u>	27.01 ± 9.14	70	28.16 ± 8.86	59
<u>A. farnesiana</u>	30.48 ± 9.18	108	28.78 ± 8.81	107
<u>A. cochliacantha</u>	45 ± 15.23	10	44.9 ± 16.01	10
<u>L. divericata</u>	37.58 ± 14.03	70	33.15 ± 13.49	59
<u>L. acepucensis</u>	29.45 ± 9.77	40	30.47 ± 10.71	38
<u>L. esculenta</u>	50 ± 16.00	62	48.56 ± 14.47	50
<u>L. macrophylla</u>	32.75 ± 13.63	20	24.87 ± 10.40	16

Para la cobertura se presenta el mismo patrón con solo dos excepciones: Leucaena esculenta al inicio del estudio y Acacia farnesiana al final del primer año (diciembre 1988) (Tabla 8)

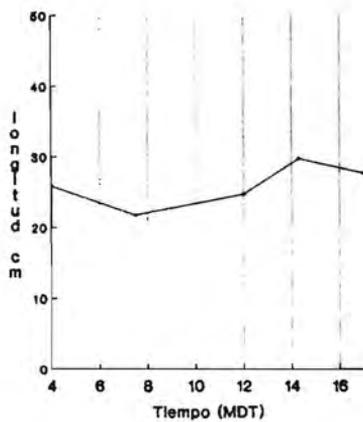
Una vez determinado que en su mayoría las especies no presentaban diferencias significativas en su talla entre laderas, la parcela se analizó como un todo.

La tendencia general de las gráficas de los valores promedio por muestreo de la longitud reflejan que no hubo cambios notables a lo largo del año para casi todas las especies (Figuras 7 y 8).

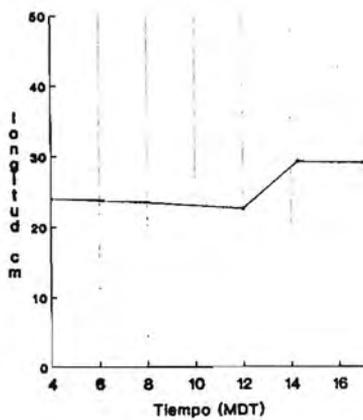
(a)



(b)



(c)



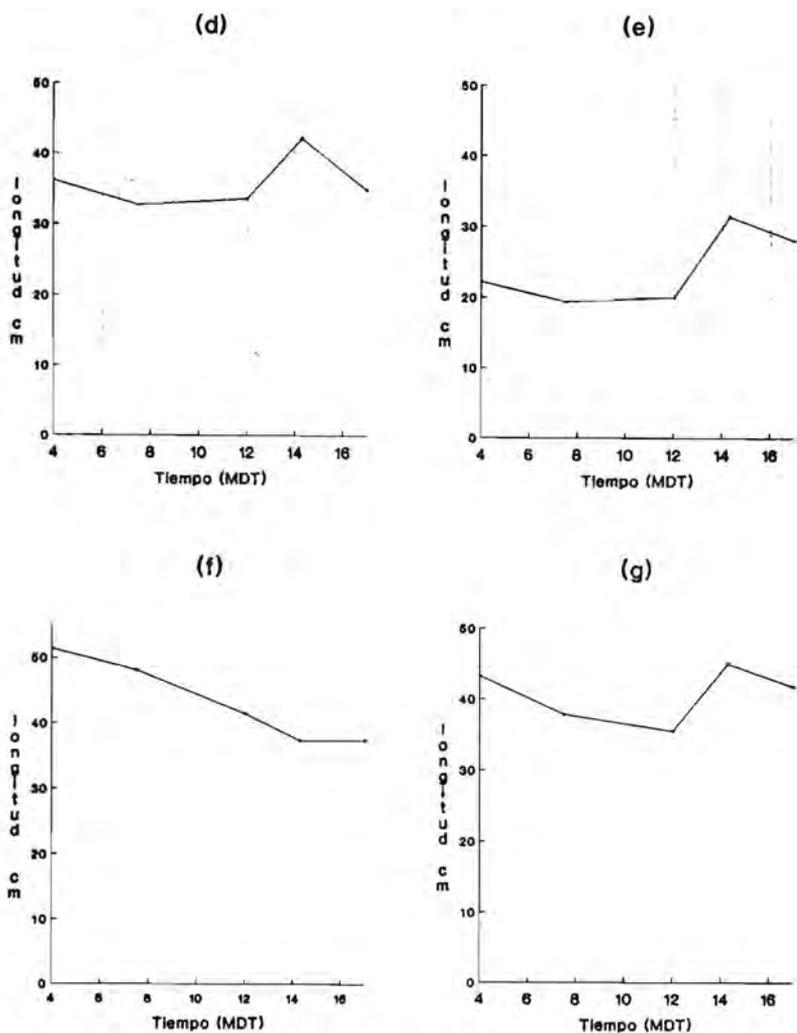
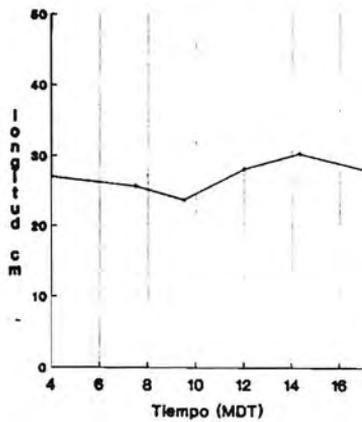
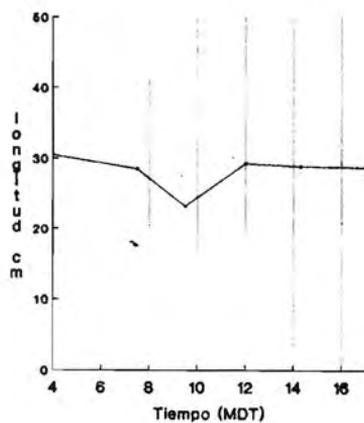


Figura 7. Curvas de longitud en la parcela Jolla reforestada en Amapilca, Gro. (a) *A. pennatula* (b) *A. farnesiana* (c) *P. juliflora* (d) *L. divaricata* (e) *L. acapulcensis* (f) *L. esculenta* (g) *L. macrophylla*. El tiempo se expresa en meses después del transplante (MDT). (Anexo 1).

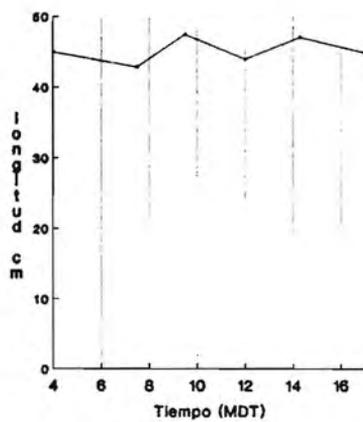
(a)



(b)



(c)



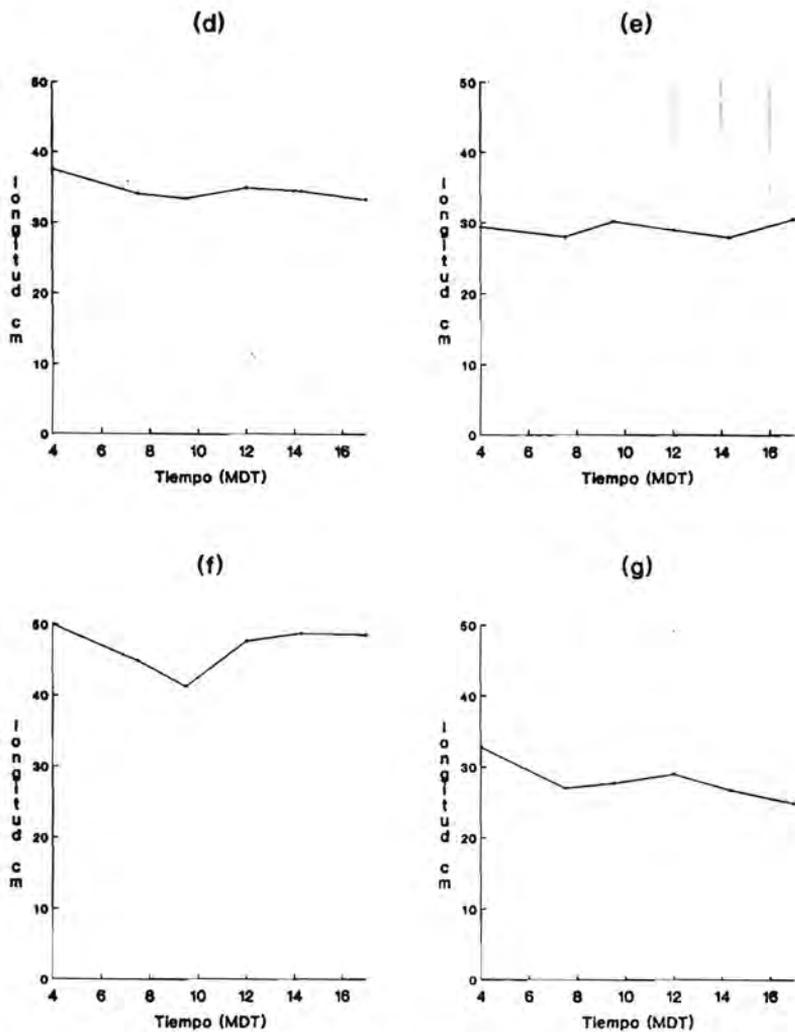


Figura 8. Curvas de longitud en la parcela Loma reforestada en Amapilca, Gro. (a) *A. pennatula* (b) *A. farnesiana* (c) *A. cochliacanta* (d) *L. divaricata* (e) *L. acapulcensis* (f) *L. esculenta* (g) *L. macrophylla*. El tiempo se expresa en meses después del transplante (MDT). (Anexo 2).

En contraste, la cobertura se mantiene constante o inclusive disminuye en los meses secos (febrero-abril) aumentando con el inicio de las lluvias alcanzando un pico máximo en el mes de septiembre, decreciendo nuevamente hasta alcanzar valores inferiores a los del invierno anterior (Figuras 9 y 10).

Los análisis para determinar si los incrementos y decrementos en talla fueron significativos, muestran que en la Loma los valores iniciales y para diciembre de 1988 de longitud para cada especie, no difirieron significativamente excepto en L. divaricata, L. macrophylla y L. esculenta en las que hubo decremento.

Tabla 8. Cobertura promedio de cada especie en la parcela Loma de Amapilca, Gro. para el primer muestreo (noviembre 1987) y un año después (diciembre 1988). En cuadros separados se presentan las especies cuyos valores difirieron entre laderas.

1987

ESPECIE	Cobertura	
	$\bar{x} \pm d.e.$	n
<u>A. pennatula</u>	1,195.6 $\pm$ 1,605.5	70
<u>A. farnesiana</u>	714.2 $\pm$ 956.3	108
<u>L. divaricata</u>	1,379.7 $\pm$ 2,105.4	70
<u>L. acapulcensis</u>	1,537.8 $\pm$ 1,178.2	38
<u>L. macrophylla</u>	536.2 $\pm$ 732.9	15

ESPECIE	LADERA A		LADERA E		t
	$\bar{x} \pm d.e.$	n	$\bar{X} \pm d.e.$	n	
<u>L. esculenta</u>	159.8 $\pm$ 243.5	20	1,722.7 $\pm$ 1,990.0	42	s

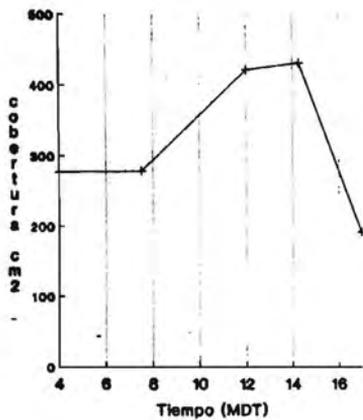
1988

ESPECIE	Cobertura	
	x ± d.e.	n
<u>A. pennatula</u>	420.9 ± 296.7	62
<u>L. divaricate</u>	336 ± 301.1	59
<u>L. acapulcensis</u>	475.6 ± 277.2	38
<u>L. esculenta</u>	317.5 ± 279.7	50
<u>L. macrophylla</u>	69.7 ± 61.5	16

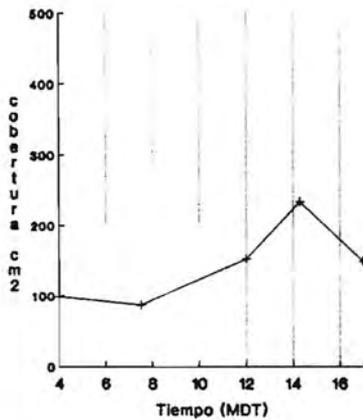
ESPECIE	LADERA A		LADERA E		t
	x ± d.e	n	x ± d.e.	n	
<u>A. farnesiana</u>	370.6 ± 268.0	39	240.1 ± 204.2	68	s

En la Jolla, las únicas especies que sufrieron modificaciones fueron A pennatula la que aumentó significativamente en longitud y L. esculenta la cual disminuyó (Tabla 9).

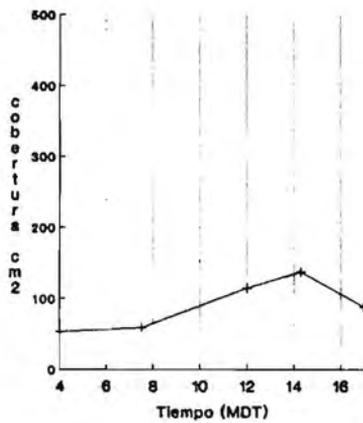
(a)



(b)



(c)



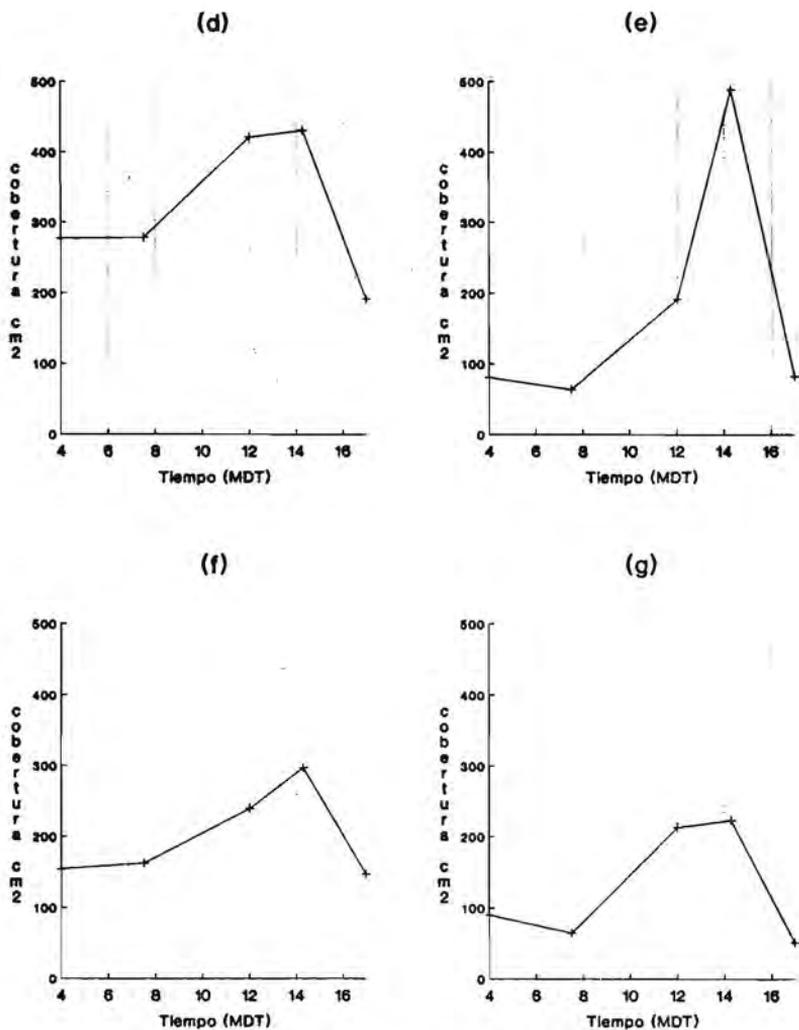
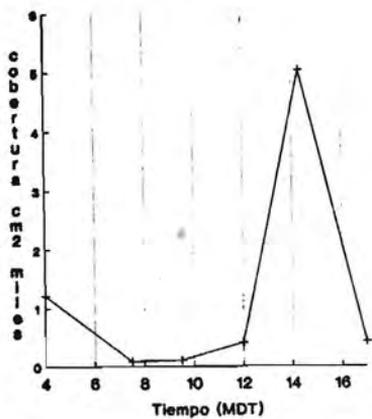
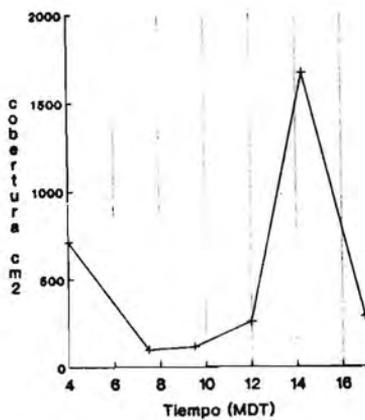


Figura 9. Curvas de cobertura en la parcela Jolla reforestada en Amapilca, Gro. (a) A. pennatula (b) A. farnesiana (c) P. juliflora (d) L. divaricata (e) L. acapulcensis (f) L. esculenta (g) L. macrophylla. El tiempo se expresa en meses después del transplante (MDT). (Anexo 1).

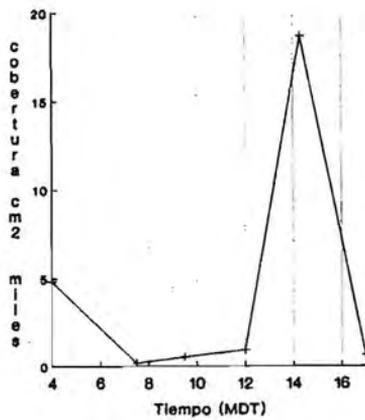
(a)



(b)



(c)



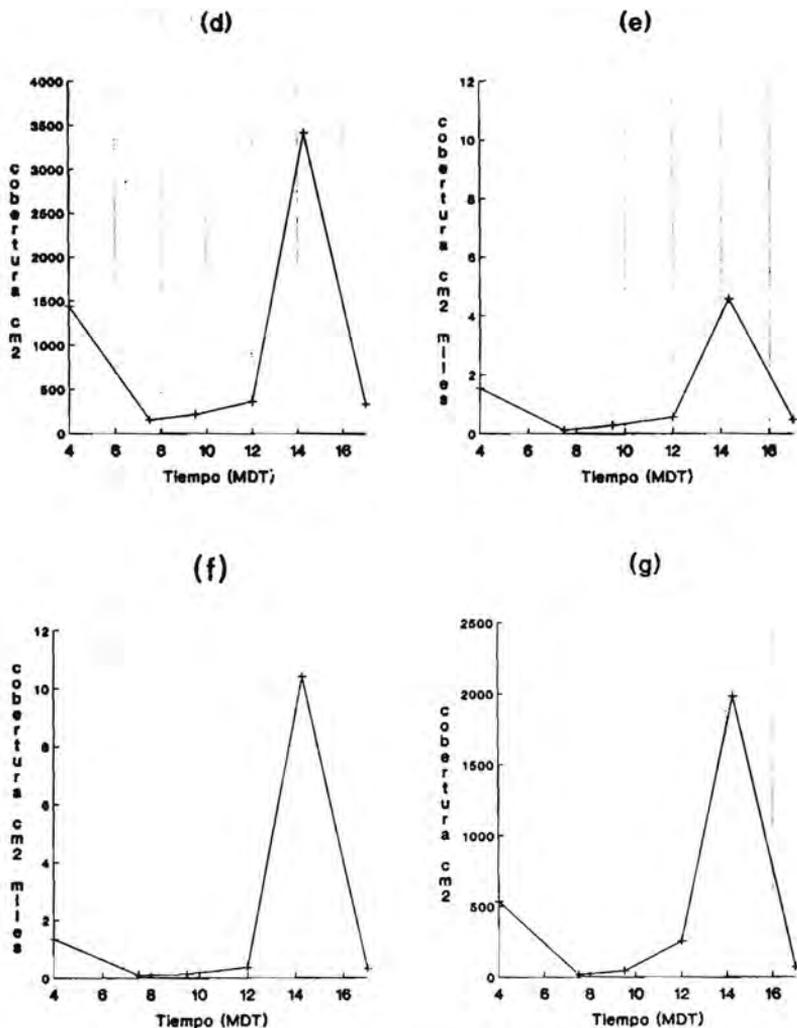


Figura 10. Curvas de cobertura en la parcela Loma reforestada en Amapilca, Gro. (a) A. pennatula (b) A. farnesiana (c) A. cochliacanta (d) L. divaricata (e) L. acapulcensis (f) L. esculenta (g) L. macrophylla. El tiempo se expresa en meses después del trasplante (MDT). (Anexo 2).

Tabla 9. Valores promedio (X) y desviación standar (d.e.)de longitud (cm) para noviembre de 1987 y diciembre de 1988 con los cuales se determinaron los incrementos y decrementos absolutos de cada una de las especies utilizadas en la reforestación de la parcela Loma (a) y Jolla (b), en Amapilca, Gro. Se señalan con s aquellas cuyos cambios fueron estadísticamente significativos (p<.05) y n.s. en las que la diferencia no fue significativa.

(a)

ESPECIE	1987		1988		p<.05
	X ± d. e.	n	X ± d. e.		
<i>A. pennatula</i>	27.13 ± 8.91	62	28.16 ± 8.95		n.s
<i>A. farnesiana</i>	30.63 ± 9.21	105	28.84 ± 8.85		n.s
<i>A. cochliacantha</i>	45 ± 15.23	10	44.9 ± 16.01		n.s
<i>L. divaricata</i>	38.25 ± 14.38	59	33.15 ± 13.42		s
<i>L. acapulcensis</i>	29.45 ± 9.77	38	30.47 ± 10.94		n.s.
<i>L. esculenta</i>	52.36 ± 15.62	50	48.56 ± 14.47		s
<i>L. macrophylla</i>	32.94 ± 10.08	16	24.87 ± 10.24		s

(b)

ESPECIE	1987		1988		p<.05
	X ± d.e.	n	X ± d.e.		
<i>A. pennatula</i>	25.71 ± 14.47	19	35.26 ± 17.12		s
<i>A. farnesiana</i>	29 ± 8.82	29	27.69 ± 11.34		n.s.
<i>L. divaricata</i>	38.32 ± 17.70	19	34.84 ± 14.61		n.s.
<i>L. acapulcensis</i>	27.30 ± 2.87	3	28 ± 7.81		n.s.
<i>L. esculenta</i>	47.33 ± 16.06	15	37.47 ± 17.56		s
<i>L. macrophylla</i>	44.78 ± 12.96	9	41.89 ± 10.33		n.s.
<i>P. juliflora</i>	23.83 ± 8.58	12	29 ± 10.2		n.s.

En lo que respecta a la cobertura, en la parcela Loma todas las especies decrecieron significativamente excepto en *L macrophylla* donde también hubo disminución pero no significativa.

Por el contrario, en la Jolla todas las especies incrementaron su cobertura aunque solo en tres casos este fue significativo: A. pennatula, P. juliflora y L. divaricata (Tabla 10).

Tabla 10. Valores promedio ( $\bar{x}$ ) y desviación estandar (d.e) de cobertura ( $\text{cm}^2$ ) para noviembre de 1987 y diciembre de 1988 con los cuales se determinaron las modificaciones absolutas de cada una de las especies utilizadas en la reforestación de la parcela Loma (a) y Jolla (b), en Amapilca, Gro. Se señalan con s aquellas cuyos cambios fueron estadísticamente significativos ( $p < .05$ ) y n.s. en las que la diferencia no fue significativa.

(a)

ESPECIE	1987			1988		
	$\bar{x} \pm$ d.e.	n	$\bar{x} \pm$ d.e.	p < .05		
<u>A. pennatula</u>	1,249.4 ± 1,659.9	62	420.9 ± 296.8	s		
<u>A. farnesiana</u>	732.8 ± 958.9	105	289.2 ± 238.0	s		
<u>A. cochliacantha</u>	4,836.9 ± 5,300.6	10	663.2 ± 427.7	s		
<u>L. divaricata</u>	1,532.1 ± 2,299.7	59	336 ± 301.4	s		
<u>L. acapulcensis</u>	1,446.3 ± 1,193.4	38	475.6 ± 284	s		
<u>L. esculenta</u>	1,487.3 ± 1,905.2	50	317.6 ± 278.6	s		
<u>L. macrophylla</u>	450.9 ± 792.5	16	69.7 ± 61.6	n.s.		

(b)

ESPECIE	1987			1988		
	$\bar{x} \pm$ d.e.	n	$\bar{x} \pm$ d.e.	p < .05		
<u>A. pennatula</u>	136.5 ± 178.9	19	1333.9 ± 2244	s		
<u>A. farnesiana</u>	113.7 ± 88.6	29	736.4 ± 2029.2	n.s.		
<u>P. juliflora</u>	58.1 ± 43.1	12	223.1 ± 222	s		
<u>L. divaricata</u>	372.2 ± 284.4	19	772.3 ± 850.5	s		
<u>L. acapulcensis</u>	163.2 ± 73.2	3	169.2 ± 50.9	n.s.		
<u>L. esculenta</u>	235.5 ± 248.6	15	641.7 ± 1436.3	n.s.		
<u>L. macrophylla</u>	90.6 ± 61.6	9	104.8 ± 156.8	n.s.		

En cuanto a la tasa de Crecimiento Relativo (R), se puede observar en la Tabla 11, que los resultados son semejantes a los encontrados al analizar los valores absolutos pero este parámetro nos permite hacer comparaciones entre las especies.

Al comparar los valores de R para las especies dentro de cada parcela, podemos ver que las mayores tasas de crecimiento considerando la longitud se dieron en A. pennatula en ambas parcelas siendo seguida en Loma por L. acapulcensis y en Jolla por P. juliflora. Las especies con menor tasa de crecimiento en longitud fueron L. acapulcensis y L. macrophylla en Loma y L. acapulcensis y L. esculenta en Jolla

En el caso de la parcela Loma, las diferencias significativas se presentaron entre las dos especies con mayores valores de R y las dos de menor valor. Para Jolla, únicamente Acacia pennatula difirió de las tres de menor valor (Tabla 11(a)).

Considerando la cobertura para determinar la R, tenemos que en la parcela Loma las especies con mayores valores fueron las del género Leucaena y las de valores menores las del género Acacia. Para Jolla, A. farnesiana y A. pennatula son las de mayores valores y los menores, es decir, mayores decrementos, están representados por L. macrophylla y L. acapulcensis.

No hubo diferencias significativas entre ninguna de las especies en ambas parcelas.

Tabla 11. Valores de la Tasa de Crecimiento Relativo (R) promedio con base en la longitud (a) y en la cobertura (b) en las parcelas Loma y Jolla reforestadas en Amapilca, Gro. Las especies que comparten letras son estadísticamente diferentes ( $p < .25$ ).

(a)

ESPECIE	LOMA			JOLLA		
	R ( $\text{cm cm}^{-1} \text{mes}^{-1}$ )	n	p < .25	R ( $\text{cm cm}^{-1} \text{mes}^{-1}$ )	n	p < .25
<i>A. pennatula</i>	0.003	62	ab	0.024	19	abc
<i>A. farnesiana</i>	-0.004	105		-0.007	29	a
<i>A. cochliacantha</i>	-0.0006	10		-	-	
<i>P. juliflora</i>	-	-		0.018	12	
<i>L. divaricata</i>	-0.013	59	ac	-0.005	19	b
<i>L. acapulcensis</i>	0.002	38	cd	0.0003	3	
<i>L. esculenta</i>	-0.006	50		0.026	15	c
<i>L. macrophylla</i>	-0.027	16	bd	0.005	9	

(b)

ESPECIE	LOMA		JOLLA	
	R ( $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2} \text{mes}^{-1}$ )	n	R ( $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2} \text{mes}^{-1}$ )	n
<i>A. pennatula</i>	-0.066	62	0.135	19
<i>A. farnesiana</i>	-0.031	105	0.620	29
<i>A. cochliacantha</i>	-0.107	10	-	-
<i>P. juliflora</i>	-	-	0.088	12
<i>L. divaricata</i>	-0.052	59	0.032	19
<i>L. acapulcensis</i>	-0.035	38	0.006	3
<i>L. esculenta</i>	-0.023	50	0.055	15
<i>L. macrophylla</i>	-0.115	16	-0.024	9

### VII.3. Supervivencia y Talla

Los resultados de la prueba de Kolmogorow-Smirnov para

comparar la distribución de estos parámetros en los individuos que sobrevivieron y de los que murieron durante 1988, se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Valores iniciales promedio de longitud y cobertura de los individuos sobrevivientes al año de muestreo, y de los que no lo hicieron en cada especie en dos de las parcelas experimentales de Amapilca, Gro. Las especies señaladas con \* =  $p < .05$  de significancia y \*\* =  $p < .01$  y n.s. = diferencia no significativa.

LONGITUD (cm)	LOMA			JOLLA		
	especie	vivas	mueratas	signif.	vivas	mueratas
<u>Acacia pennatula</u>	27.13	26.13	n.s.	25.71	31.80	n.s.
<u>Acacia farnesiana</u>	30.63	25.33	**	29.11	23.00	n.s.
<u>Acacia cochliacantha</u>	45.00	-	-	-	-	-
<u>Lysiloma divaricata</u>	38.25	34.00	n.s.	38.31	36.00	n.s.
<u>Lysiloma acapulcensis</u>	29.59	27.67	*	27.33	21.30	*
<u>Leucaena esculenta</u>	52.36	42.00	n.s.	47.33	53.20	**
<u>Leucaena macrophylla</u>	32.94	32.00	n.s.	45.50	42.60	n.s.
<u>Prosopis juliflora</u>	-	-	-	23.83	24.40	n.s.

COBERTURA (cm <sup>2</sup> )	LOMA			JOLLA		
	especie	vivas	mueratas	signif.	vivas	mueratas
<u>Acacia pennatula</u>	1249.39	779.07	n.s.	581.71	215.29	**
<u>Acacia farnesiana</u>	732.77	64.78	**	394.62	271.55	n.s.
<u>Acacia cochliacantha</u>	4836.91	-	*	-	-	-
<u>Lysiloma divaricata</u>	1532.08	562.82	*	2241.59	1307.44	n.s.
<u>Lysiloma acapulcensis</u>	1466.80	1387.97	n.s.	524.80	147.13	n.s.
<u>Leucaena esculenta</u>	1487.28	125.61	**	1286.66	558.67	**
<u>Leucaena macrophylla</u>	450.84	207.44	n.s.	232.66	274.08	n.s.
<u>Prosopis juliflora</u>	-	-	-	119	90.51	n.s.

En lo que se refiere a la longitud, en la parcela Loma, el promedio de los individuos vivos de todas las especies fue mayor que el de los que murieron, sin embargo, solo en dos casos esta diferencia fue significativa, A. farnesiana y L. acapulcensis. También en la parcela Jolla, dos especies difirieron significativamente, L. acapulcensis y L. esculenta. Es sorprendente que en este último caso los individuos que murieron tenían mayor longitud que los sobrevivientes.

En cuanto a la cobertura, para la Loma, 3 especies difirieron significativamente, A. farnesiana, L. divaricata y L. esculenta, mientras que en la jolla las especies fueron A. pennatula y L. esculenta. En todos los casos para ambas parcelas, la cobertura promedio de los individuos vivos duplicó la de los que murieron.

## VIII. DISCUSION

### VIII.1. De la metodología

Un punto que es importante discutir en primer término, es el que se refiere a las limitantes o incluso errores metodológicos a que se ha enfrentado el presente trabajo.

Dado que las parcelas en las que se realizó la reforestación, son terrenos de los productores locales que se encuentran inmersos en las tierras de la comunidad de Amapilca, las condiciones de manejo no estuvieron totalmente controladas.

Esto se refleja principalmente en la incidencia de ganado caprino en las parcelas experimentales, principalmente en la parcela Loma. A pesar de que se tomaron medidas como el cercado y el compromiso explícito de la gente de no llevar a pastar al ganado, la insuficiencia de forraje y el hecho de que aquí se presente Acacia bilimekii, especie muy apreciada como forraje, provocó que no fuera posible excluirlo totalmente.

Aunque esto dificultó la discusión de los resultados al producirse una gran variabilidad en los datos, Adams (1975) plantea que dado que el libre pastoreo se presenta frecuentemente como un problema para proyectos como este, es necesario considerarlo en la discusión.

Por otra parte, a pesar de que las plantas con que se reforestó tenían la misma edad y habían estado bajo las mismas condiciones en el vivero donde fueron producidas, es de suponerse que existe una variabilidad natural entre los individuos debida a la información genética contenida en cada uno de ellos. El hecho

de no haber realizado la medición de los individuos inmediatamente después del trasplante, no nos permite conocer esta variabilidad "inicial" a la que ya se habían sumado otros factores en el momento de realizarse el primer muestreo, tales como su capacidad para resistir el cambio de ambiente y su tolerancia a las nuevas condiciones.

Finalmente, consideramos que sería de gran utilidad la realización de un estudio más detallado del crecimiento de estas especies, lo cual requeriría la cuantificación de parámetros tales como biomasa total y por estructura, producción de área foliar, tasa de producción de hojas, etc. ya en la mayoría de los estudios de crecimiento se utiliza la biomasa como parámetro para determinar el crecimiento. En este caso se realizaron muestreos no destructivos por lo que se recurrió a la longitud y la cobertura como indicadores del crecimiento.

Esto se debió a que se pretende hacer un seguimiento a mediano plazo de las parcelas reforestadas y la realización de cosechas hubiera elevado considerablemente el número de individuos transplantados, aumentando con así el costo económico y la cantidad de mano de obra, lo cual puede ser una limitante seria para este tipo de proyectos como se discutirá mas adelante.

## VIII.2. De los resultados

### VIII.2.i. Supervivencia.

Un problema al que siempre se enfrenta la propagación de las especies en proyectos de reforestación, es la supervivencia de las plántulas transplantadas y las tasas de crecimiento de las que sobreviven (Poschen, 1986).

Hay que considerar que existen varios factores ambientales que afectan la sobrevivencia y desarrollo de las plantas. Uno de los principales es el agua, tanto para sistemas naturales como para plantas cultivadas. En el primer caso determinando el tipo de comunidad vegetal que se establece y en el segundo la productividad de los cultivos. Esto no solo se refiere a la cantidad de precipitación que reciben las plantas a lo largo del año, sino a la cantidad de agua disponible dependiendo de la temperatura y de las características del suelo ya que una estructura demasiado permeable no permitirá que el agua sea absorbida por la planta, presentando además una gran lixiviación.

Por otra parte, la lenta velocidad de infiltración lleva a la acumulación de etileno en las plantas retardando el crecimiento y causando clorosis (Salisbury y Ross, 1978).

El suelo además juega un papel importante ya que en él se encuentran 14 de los 16 nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas (Donahue, et al. 1981). En este punto hay que mencionar que si el suministro de estos nutrientes es insuficiente para mantener el continuo crecimiento meristemático, la planta exhibe una variedad de síntomas visibles de deficiencia de nutrientes. El meristemo muere o permanece latente y la planta no es capaz de responder si hay una mejora en la disponibilidad de nutrientes, sobre todo en plantas cultivadas (Chapin, 1980).

Considerando lo anterior, una posible explicación de la alta sobrevivencia en la parcela Loma, es el hecho de que ésta tenía

el mayor tiempo de abandono de las tres parcelas y a pesar de que la cobertura vegetal no se había desarrollado, los análisis de suelo (Cervantes, en preparación) muestran un rico contenido de materia orgánica en la época seca del año e intermedio durante las lluvias, presentando muy rápida velocidad de infiltración, evitando la pérdida del agua por escurrimiento, y poniendola a disposición de la planta para ser absorbida. (Anexo 1).

En contraste, la parcela Jolla tiene pobre contenido de materia orgánica a lo largo de todo el año, además de una muy lenta velocidad de infiltración que puede afectar el oxígeno disponible para el desarrollo de las raíces.

La parcela Ladera, a pesar de haber sido cultivada solo un año, por presentar fuerte pendiente y haber sido cultivada desmontando completamente la zona e introduciendo yunta para el barbecho, provocó fuertes problemas de erosión encontrándose poca profundidad del suelo en la mayor parte de la parcela, incluso con afloramientos rocosos, lo que contribuyó a la mortalidad total que se dió en esta parcela.

Hay que recordar que las plantas que se transplantaron a las tres parcelas, habían estado durante tres meses en condiciones de riego y sombra por lo cual el transplante las colocó en una situación de "stress hídrico" e insolación que debe haber influido tanto en su sobrevivencia como en su desarrollo.

Podemos ver que en las tres parcelas, incluyendo la Ladera donde hubo mayor mortalidad, las especies que mas sobrevivieron fueron las del género Acacia. Esto concuerda con lo encontrado

por Bastian y Gräfe (1989) en Bolivia al reforestar con leguminosas de uso múltiple. En ese caso, las especies más prometedoras probaron ser 4 del género Acacia (A. cyanophylla, A. aramo, A. visco y A. caven) en las cuales los porcentajes de sobrevivencia eran de entre 95% y 89%.

Las especies de este género tienen crecimiento arborescente y que presentan más frecuentemente en zonas de perturbación continua de la Selva Baja Caducifolia, según lo reportado por Miranda (1942) y por Rzedowski y McVaugh (1966), mientras las que tuvieron menor resistencia fueron aquellas que se encuentran principalmente en zonas no perturbadas o de etapas sucesionales avanzadas.

Las del primer grupo además, son las que desarrollan tejido leñoso a mas temprana edad y espinas desde el estadio de plántulas. Esto puede representar una ventaja contra la herbivoría, ya que aparte del ganado, existe otro depredador importante en la zona que es la llamada hormiga arriera (Atta cephalotes) la cual tiene marcada preferencia por especies de tejido mas suave como las del género Leucaena y Lysiloma, y solo en tiempos de escasez de follaje, se les puede encontrar cortando hojas de algunas especies de Acacia (Arriaga, comunicación personal).

#### VIII.2.ii. Crecimiento

En cuanto al tamaño de los individuos, parece claro que la disminución de longitud en las especies de Leucaena y en L. divaricata en la parcela Loma se debe al ramoneo de chivos ya

que, como se había mencionado, parecen ser especies palatables por no producir tejido leñoso en los primeros estadios de desarrollo y por carecer de espinas. En la Jolla, la única especie capaz de incrementar su longitud fue A. pennatula lo que nuevamente nos habla de la capacidad de esta especie para enfrentar las condiciones adversas de la parcela, considerando además que los mayores valores en la tasa de crecimiento relativo, tanto en longitud como en cobertura en ambas parcelas estuvieron en A. pennatula y A. farnesiana, exepcto en el caso de la cobertura para la parcela Loma.

El hecho de que en la parcela Loma ninguna de las especies hayan incrementado su cobertura, puede deberse por una parte al ramoneo de esta parcela, sin embargo, también se encontró la mayor sobrevivencia en todas las especies. Caso contrario es el de la Jolla en donde todas las especies tuvieron incremento en cobertura, siendo significativo en tres de ellas (A. pennatula, E. juliflora y L. divaricata) pero registrando una mortalidad considerable.

Al respecto, Clark, y Clark. (1985) encontraron para Dipteryx panamensis, especie arbórea de la selva tropical perteneciente a la familia Leguminosae, que aunque el daño de meristemo apical retrasa el crecimiento de las plántulas hasta que un nuevo meristemo pueda ser producido, no parece afectar la longevidad de dichas plántulas.

Parece que en las parcelas reforestadas en este proyecto se presenta un efecto combinado de diversos factores y es muy

probable que lo planteado por Chapin (1980) haya sucedido tanto en la parcela Ladera como en la Jolla donde, un año después del trasplante, muchas plantas presentaban amarillamiento lo cual es un sintoma de deficiencia nutricional, sobreviniendo en ambas parcelas la muerte de los individuos.

#### VIII.2.iii. Sobrevivencia-Talla

En términos generales podría esperarse que el mayor vigor de los individuos, representado aquí por su talla (longitud y cobertura), les confiera más probabilidades de sobrevivir que aquellos mas "débiles" o con menor talla. Este incremento en talla de los individuos juveniles puede hacerlos menos suceptibles a la competencia con las especies arvenses y por lo tanto establecerse mas rápidamente. (Cobbina, et al. 1989).

Esto concuerda con lo encontrado para la longitud de los individuos de A. farnesiana y L. acapulcensis en la parcela Loma y para esta última especie en la parcela Jolla. Lo opuesto podemos encontrar en L. esculenta donde la longitud promedio de los individuos que murieron fue mayor que la de los sobrevivientes.

Tanto en la longitud para L. acapulcensis como en la cobertura para L. esculenta parece que la relación entre la talla y la sobrevivencia no depende de las condiciones microambientales ya que en ambas parcelas tuvieron un comportamiento similar.

Caso contrario es el de A. farnesiana en el que, dadas las condiciones mas favorables de la parcela Loma, solo aquellos individuos significativamente menores, tanto en longitud como en

cobertura murieron, mientras que en la parcela Jolla, con características de mayor deterioro, los individuos que murieron no difirieron significativamente en talla de los sobrevivientes, es decir, la probabilidad de morir dependió mas del ambiente que del tamaño de las plantas.

#### VIII.2.iv. Viabilidad de las Plantaciones.

Un planteamiento central de esta investigación es que algunos estadios típicos del desarrollo del bosque no son esenciales y pueden ser evitados lo que en nuestro caso significaría acortar los periodos de descanso de las parcelas acelerando su recuperación a tal grado que puedan ser integradas nuevamente a la producción.

La teoría de la sucesión predice que las especies sucesionalmente tardías no encuentran condiciones adecuadas para su desarrollo cuando son introducidas en un sitio perturbado o abierto. Las causas postuladas para el pobre crecimiento de árboles bajo estas condiciones son: desarrollo limitado del sistema radicular debido a excesiva resistencia del suelo en las capas compactadas; saturación de agua estacional del suelo llevando a la muerte de la raíz; y también exacerbado "stress" hídrico durante los periodos de sequía. (Ashby, 1987).

Dado que las especies sembradas son de crecimiento arborecente o arbóreo, se pueden considerar de etapas sucesionales avanzadas, sin embargo, dentro de ellas se pueden encontrar algunas como las del género Acacia mas afines a zonas perturbadas como se discutirá más adelante.

Hemos visto que las parcelas que consideramos con mayor grado de deterioro y que se ajustan a las características edáficas descritas por Ashby (1987), es donde hubo mayor mortalidad de todas las especies, mientras que en la parcela Loma que suponemos en una etapa sucesional mas avanzada por el tiempo de abandono, la sobrevivencia fue mayor.

Aquí es importante recordar que, a pesar de los 20 años de abandono de esta última parcela, no presentaba vegetación silvestre muy desarrollada, debido probablemente al efecto constante del ganado caprino.

Esto nos lleva a que el solo hecho de haber cercado las parcelas experimentales, ya ha permitido el desarrollo de la vegetación silvestre (Landa, 1990).

Hay que considerar también que la sucesión secundaria en zonas deforestadas extensivamente no puede concebirse como el proceso de recuperación del bosque primario, pues muchas especies características del mismo no vuelven a presentarse (Gómez-Pompa, et al. 1972).

En este proceso influyen factores como el tipo de perturbación o manejo al que hayan estado sujetos los terrenos, la proximidad de áreas de las cuales puedan provenir las especies y su capacidad de colonización (Janzen, 1988).

En este punto también influye el grado de deterioro en que se encuentren los terreno y que Aber (1987) agrupa en tres niveles:

- La categoría inicial de perturbación involucra perturbación o remoción de la comunidad vegetal nativa, sin severa perturbación del suelo. Esto lo denomina "sucesión secundaria".

En estas condiciones puede ser posible establecer especies nativas seleccionadas de las comunidades maduras aledañas.

- En el nivel intermedio que denomina sucesión en campos abandonados, se vuelven mas importantes las interacciones sitio-especie ya que tanto la vegetación como el suelo han sido dañados. Tal es el caso de tierras que se han dedicado a la agricultura por algún tiempo. Aquí, la remoción de nutrientes por los cultivos junto con la posible erosión y compactación puede haber disminuido tanto la disposición de agua como la de nutrientes. En estas condiciones, una secuencia de reemplazamiento de especies reconstruye tanto la vegetación como el suelo. En este caso, es importante entender como los campesinos han alterado las condiciones del suelo y también como el proceso sucesional revierte la degradación.

- La tercera categoría de perturbación incluye aquellas áreas donde la vegetación es completamente removida y el suelo es convertido a una forma totalmente fuera del rango de las condiciones naturales. Ejemplo de esto pueden ser sitios severamente erosionados donde solo permanecen los infértiles horizontes inferiores del suelo. La medición de las condiciones ambientales y la tolerancia y requerimientos de las especies es mas crucial en estos casos y no se puede asumir nada sobre lo adecuado del sitio para las especies nativas o exóticas. En este caso extremo, el suelo necesita ser regenerado antes de que la comunidad vegetal madura pueda funcionar.

Considerando que el suelo y la vegetación tienen una estrecha interrelación en la cual un incremento en la materia orgánica y

la concentración de nutrientes en el suelo puede llevar a un incremento en el tamaño de los árboles que ahí se desarrollen y en la cobertura vegetal y a su vez estos aspectos de la vegetación, pueden contribuir a la acumulación de materia orgánica por la producción de mantillo y protegiendo mecánicamente al suelo contra la erosión acelerada, la restauración de terrenos abandonados solo será efectiva si se provee al suelo de una adecuada cobertura (Aweto, 1981).

En cuanto a las especies introducidas en este proyecto de reforestación, se pueden diferenciar aquellas tolerantes al "stress" (Grime, 1979; MacArthur y Wilson, 1967.) asociadas a etapas sucesionales tempranas como las del género Acacia, las cuales fueron las más exitosas en sobrevivencia y en el caso de la parcela Jolla, A. pennatula fue la única con incremento significativo tanto en longitud como en cobertura.

Parece claro que, aunque las especies que se utilizaron en este proyecto pueden ser más adecuadas para áreas deterioradas, es necesario que dichas áreas tengan cierto grado de recuperación o que no hayan alcanzado estados de deterioro severo como el caso de la parcela Ladera que correspondería a la tercera categoría de deterioro propuesta por Aber (1987).

Para la restauración de zonas en esta situación sería necesaria la implementación de medidas diferentes, como el empleo de pastos cuyo sistema radicular forme una densa red, creando canales para infiltración y mantenimiento unidas las partículas de suelo lo cual además de disminuir la erosión, mejora la

estructura y composición del suelo (Bastian, y Gräfe, 1989). Sin embargo, la utilización de este tipo de prácticas tiene riesgos ya que algunas especies de estas gramíneas pueden llevar a la sabanización de la zona la cual en el futuro solo pueda ser dedicada a la cría de ganado, al resultar demasiado onerosa su reconversión a la agricultura.

De hecho para las zonas muy deterioradas el control más efectivo para la erosión es usualmente obtenido con la integración de varios métodos usando tanto vegetación como prácticas mecánicas: terrazas, bordos, etc. (Lutz, y Chandler 1946).

Como se ha mencionado en repetidas ocasiones, el efecto del ganado puede ser muy limitante para el desarrollo de los programas de reforestación sobre todo durante los primeros años de vida de las plantas introducidas ya que esta etapa del ciclo de vida es sumamente vulnerable en la mayoría de las especies ya que es aquí donde se presentan las tasas de mortalidad mas altas (Darwin, 1858; Harper, 1977; Clark, y Clark, 1983).

#### VIII.3. De los aspectos sociales.

En términos generales los problemas y limitaciones para el desarrollo de los sistemas agroforestales se pueden agrupar en 4 categorías (Borel, 1987):

- La degradación general de los recursos naturales
- Alto riesgo de producción.
- Bajo nivel de vida de los campesinos
- Conflicto entre los usos del suelo

Como se puede ver, la problemática comprende tanto aspectos técnicos para lograr una restauración exitosa como aquellos que tienen que ver con los intereses y la participación de los habitantes locales sin la cual cualquier proyecto de este tipo esta condenado al fracaso.

Los campesinos marginales y de subsistencia con los que se han llevado a cabo principalmente este tipo de proyectos en diferentes partes del mundo, no pueden afrontar el riesgo del cambio en el uso del suelo, ya que si éste falla, significaría un desastre para ellos y sus familias. Debido a esto, propuestas alternativas solo serán adoptadas si demuestran su eficiencia aumentando la producción sin un aumento considerable en el trabajo requerido y resultan costeables en términos de los recursos disponibles (Benge, 1987).

Por lo general las prácticas de restauración, en este caso la reforestación, representa una gran inversión económica y de trabajo que debe ser realizado por los campesinos aproximadamente en la misma época em que se desarrollan las labores agrícolas.

Es por esto que, además de ser necesario el subsidio de los proyectos, debe haber una buena organización de los productores que permita que ambas actividades puedan realizarse sin detrimento de ninguna.

Dada la etapa de desarrollo en que se encuentran estos proyectos, solo es conveniente su realización a nivel piloto con el fin de afinar las tecnologías y familiarizar e involucrar a los habitantes con estas prácticas.

Parte de esto consistiría en revalorizar las prácticas tradicionales que permiten una mayor recuperación a los terrenos. Tal es el caso del tlacolole (roza, tumba y quema) en el cual son dejados tocones de algunos árboles, no se introduce la yunta sino se siembra con esqueje y solo se cultiva uno o dos años consecutivos. Este sistema permite que al momento del abandono, la recuperación de la vegetación se lleve a cabo mas rápidamente a partir de la vegetación remanente y del banco de semillas que no ha sido alterado drásticamente. (Obregón, 1989).

Obviamente el abandono de estas técnicas ha obedecido a diversas causas que no pretendemos analizar aquí, sin embargo si es necesario hacer énfasis en que en la medida en que las prácticas de restauración esten vinculadas a los procesos productivos que desarrollan los campesinos, será posible que se conviertan en sujetos activos del proceso de restauración y conservación de los recursos naturales.

## IX. CONCLUSIONES

Podemos concluir que las especies que mostraron mejor sobrevivencia y crecimiento fueron principalmente las del género Acacia destacando de entre estas A. pennatula lo cual podemos atribuir a que es una especie que de manera natural se encuentra en zonas perturbadas o de etapas sucesionales tempranas y por lo tanto con mayor tolerancia a condiciones ambientales adversas como es el caso de las parcelas que fueron reforestadas, aunque también hay que considerar que son especies provistas de espinas que les confieren cierta protección contra el efecto de herbívoros.

En la parcela Loma, a pesar de no haber habido crecimiento importante en los individuos, todas las especies tuvieron porcentajes de sobrevivencia altos, incluso a pesar de la incidencia del ganado en ella, por lo que pensamos que el tiempo que abandono de esta parcela ha permitido la recuperación del suelo y que, si la vegetación natural no se encontraba en un estadio mas avanzado de la regeneración, puede deberse principalmente a que el ramoneo constante del ganado no lo habia permitido.

En la parcela Jolla el escaso periodo que tenia sin ser cultivada (1 año) no ha sido suficiente para que especies arbóreas como las que fueron introducidas pudieran sobrevivir, y aunque algunas especies crecieron inicialmente (tal vez debido a que aquí hubo poco efecto de ganado), posteriormente hubo una gran mortalidad.

Las condiciones de la parcela Ladera, la mas deteriorada, solo permitieron que las especies sobrevivieron unos pocos meses.

De lo anterior se deduce que para que no se presenten algunas etapas del proceso sucesional y con esto acortar los periodos de descanso de las parcelas, reforestando con las especies estudiadas, es necesario que se tome en cuenta el estado de deterioro de los terrenos, considerando las condiciones fisicas y quimicas del suelo, ya que el hecho de que las especies sean nativas y de zonas perturbadas, solo sera una ventaja si las condiciones edaficas no son muy adversas. En aquellos casos en los que el manejo ha alterado no solo la vegetacion original sino que ha transformado drasticamente las caracteristicas fisicas y quimicas del suelo, sera necesaria la introduccion de una cubierta vegetal que contribuya a la recuperacion del suelo para que posteriormente se puedan introducir especies con mayores requerimientos. De hecho esto puede ser combinada con practicas mecanicas para acelerar la recuperacion de la capacidad productiva de la tierra.

Este tipo de trabajos de restauracion ambiental deben poner enfasis en la evaluacion a mediano y largo plazo ya que solo de esta manera sera posible hacer recomendaciones confiables para su aplicacion tanto por los campesinos como por las instituciones publicas.

Esto solo se lograra desarrollando programas de investigacion que puedan tener continuidad y que esten en todo momento considerando e involucrando a los productores locales de tal

manera que los proyectos se vinculen con sus actividades productivas ya que solo así el resultado de la investigación podrá incidir en la solución de algunos aspectos de la complicada problemática productiva y ambiental del campo mexicano.



## B I B L I O G R A F I A

- Aber, J.D. 1987. Restored forests and the identification of critical factors in species-site interactions. In: Restoration ecology a synthetic approach to ecological research. Jordan III, W.R., M.E. Giljpin & J.D. Aber eds. Cambridge University Press.
- Adams, S.N. 1975. Sheep and cattle grazing in forests: A review. Jour. of App. Ecol. 12(1): 143-175.
- Anónimo, 1979. National Academy of Science. Tropical legumes: resources for the future. NAS. Washington, D.C. USA.
- Anónimo. 1983. Departments of Forestry "Hinkeloord", Wageningen Agricultural University. Towards a global forestation strategy. International symposium on strategies and designs for afforestation, reforestation and Tree Planting, Agricultural University, Wageningen, Holanda.
- Arriaga, V. 1991. Fenología de 12 especies de la Montaña de Guerrero México: elementos para su manejo en una comunidad campesina. Tesis de Licenciatura, Fac. de Ciencias, UNAM.
- Ashby, W.C. 1987. Forests. In: Restoration ecology a synthetic approach to ecological research. Jordan III, W.R., M.E. Giljpin & J.D. Aber eds. Cambridge University Press.
- Aweto, A.O. 1981. Secondary succession and soil fertility restoration in south-western Nigeria. III. Soil and vegetation interrelationships. Journal of Ecology 69:957-63.
- Bastian, E. & W. Grafe. 1989. Afforestation with 'multipurpose trees' in 'media lunas', a case study from the Tarija basin, Bolivia. Agrof. Systems 9:93-126.
- Battise, M. 1986. La evolución y el enfoque del concepto de reserva de biósfera. La naturaleza y sus Recursos (UNESCO) 22:1-10.
- Benge, M.D. 1987. Agroforestry for development. Perspectives in Agroforestry. Technical Report No. 3. Washington State University, USA.
- Bishop, J.P. 1983. Tropical forest sheep on legume forage/fuelwood fallows. Agroforestry Systems 1:79-84.

- Bradshaw, A.D. 1987. Restoration: an acid test for ecology. In: Restoration ecology a synthetic approach to ecological research. Jordan III, W.R., M.E. Giljpin & J.D. Aber eds. Cambridge University Press.
- Clark, D.B & D.A. Clark. 1985. Seedling dynamics of a tropical tree: impacts of herbivory and meristem damage. Ecology 66(6):1884-1892.
- Chapin, F.S. 1980. The mineral nutrition of wild plants. Ann. Rev. Syst. 11:233-260.
- Cobbina, J., B.T.Kang & A.N. Atta-Krah. 1989. Effect of soil fertility on early growth of *Leucaena* and *Gliricidia* in alley farms. Agroforestry Systems 8:157-164.
- Daniel, W.W. 1978. Applied nonparametric statistics. Houghton Mifflin Co. Boston.
- Darwin, C. 1859. The origin of species by means of natural selection Harvard Facsimile. 1st. ed. 1964.
- Donahue, R.L., R.W. Miller y J.C. Shickluna. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Prentice-Hall Internacional. Colombia.
- Duchhart, I., F. Steiner & J. Bassman. 1989. Planning methods for agroforestry. Agroforestry Systems 7:227-258.
- Finegan, B. 1984. Forest succession. Nature 311:109-114.
- Fonzen, P.F. & E. Oberholzer. 1984. Use of multipurpose trees in hill farming systems in western Nepal. Agroforestry Systems 2:187-99.
- Gómez-Pompa, A., C. Vázquez-Yanez y S. Guevara. 1972. The tropical rain forest: a nonrenewable resource. Science 177:762-765.
- Grime, J.P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. Wiley, Chichester, UK and New York, USA.
- Harper, J.L. 1977. Population Biology of Plants. Academic Press. London.
- 1987. The heuristic value of ecological restoration. In: Restoration ecology a synthetic approach to ecological research. Jordan III, W.R., M.E. Giljpin & J.D. Aber eds. Cambridge University Press.

- Hosier, R.H. 1987 The economics of agroforestry: obstacles and incentives to ecodevelopment. Technical Report No. 2 Agroforestry Consortium. Washington State University, USA.
- Hunt, R. 1978. Plant Growth Analysis. Studies in Biology No. 96. Edward Arnold, London.
- Informe de Investigación Reforestación. Fenología, Distribución y Germinación. 1984. Programa de Aprovechamiento y Manejo de Recursos Naturales en la Rregión de la Montaña de Guerrero. UNAM.
- Iriarte, M.S. 1987. Análisis del crecimiento y la plasticidad fenotípica de plántulas de tres especies arbóreas de una Selva Alta Perennifolia. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Janzen, D.H. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. Ann. Missouri Bot. Gard. 75:105-116.
- Jordan III, W.R. 1987. Restoration ecology: ecological restoration as a technique for basic research. In: Restoration ecology a synthetic approach to ecological research. Jordan III, W.R., M.E. Giljpin & J.D. Aber eds. Cambridge University Press.
- Landa, R. 1989. Análisis de vegetación para determinar el efecto de reforestación en una Selva Baja en Alcozauca, Gro. Tesis de Licenciatura, Fac. de Ciencias, UNAM.
- Landa, R., V. Cervantes y J. Carabias. 1990. Estudio de suelo y vegetación como indicadores de recuperación en parcelas agrícolas reforestadas en Alcozauca, Gro. XI Congreso Mexicano de Botánica. Oaxtepec, Mor. 30 sept-5 oct. 1990.
- Lundgren, B. 1985. Global deforestation, its causes and suggested remedies. Agron. Systems. 3:91-95.
- Lutz, J.H. & Chandler, R.F. 1946. Forest Soil. John Willey and Sons, Inc. USA.
- MacArthur, R.H. & E.O. Wilson. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Miranda, F. & E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28:29-179.

- Obregón, R. 1989. Contribución al estudio del sistema de producción agrícola tlacolole en el Mpio. de Alcozauca, Gro. Tesis de Licenciatura. U.A.CH.
- Peck, R.B. 1983. Traditional afforestation strategies of local farmers in the tropics. International symposium on strategies and designs for afforestation, reforestation and Tree Planting, Agricultural University, Wageningen, Holanda.
- Poschen, P. 1986. An evaluation of the *A. albida* based agroforestry practices in the Hararghe highlands of Eastern Ethiopia. *Agrof. Systems* 4:129-143.
- Richards, J.F. 1969. The Quantitative Analysis of Growth. In: Steward, F.C. (ed) *Plant Physiology- a treatise analysis of growth: Behavior of plants and their organs*. Academic Press. London.
- Rzedowski, J. & R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contr. Univ. Mich. Herb.* 9:1-123.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. LIMUSA. México.
- Salisbury, F.B. & C.W. Ross. 1978. *Plant Physiology*. 2<sup>nd</sup> Edition Wadsworth Publishing Company, Inc. California, USA.
- SARH. 1988. *Plan de Desarrollo Rural para el Estado de Guerrero*.
- Scherr, S.J., J. H. Roger & P.A. Odul. 1990. Surveying farmers agroforestry plots: experiences in evaluating alley-cropping and tree border technologies in Western Kenia. *Agroforestry Systems* 11:141-173.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1969. *Biometria. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume Ediciones Madrid.
- Spears, J. 1983. The role of afforestation as a sustainable land use and strategy option for tropical forest management and conservation and a source of supply for developing country wood needs. International Symposium on tropical afforestation, reforestation and tree planting, Agricultural University, Wageningen, Holanda.
- Stienen, H. 1990. The agroforestry potential of combined production systems in north-eastern México. *Agrof. Systems* 11:45-69.
- Sturmheit, P. 1990. Agroforestry and soil conservation needs of smallholders in Southern Zambia. *Agrof. Systems* 10:265-289.

- Toledo, C. et al. 1984. Diagnóstico ecológico y estudios agronómicos: ecología y sistemas de producción agrícola en la región de la Montaña de Gro. Informe de avances del proyecto "Aprovechamiento y manejo de Recursos Naturales Renovables en la Región de la Montaña del Edo. de Guerrero, México.
- \_\_\_\_\_, J.Carabias, C.Toledo, C. Gzilz-Pacheco. 1989. La producción rural en México: alternativas ecológicas. Fundación Universo Veintiuno. México.
- UNAM-SDR. 1987 Proyecto de Reforestación Productiva. Convenio "Aprovechamiento y Manejo de los Recursos Naturales en la Montaña de Gro."
- Viveros, J.L. y A.Casas. 1985. "Etnobotánica Mixteca: alimentación y subsistencia en la Montaña de Guerrero." Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Young, A. 1987. Soil productivity, soil conservation and land evaluation. Agroforestry Systems 5:277-291.
- \_\_\_\_\_. 1989. Agroforestry for soil conservation. BPC Wheatons Ltd Exeter.

ANEXO 1. Valores promedio (x) y desviación estandar (d.e.) de la longitud (cm) y cobertura (cm<sup>2</sup>) de las especies utilizadas en la reforestación de la parcela Jolla en Amapilca, Gro. La primera columna representa los meses después del transplante (MDT).

L. divaricata

MDT	longitud	cobertura
	x ± d.e.	x ± d.e.
4	36.22 ± 16.87	277.13 ± 239.25
7.5	32.70 ± 17.42	278.44 ± 273.39
12	33.58 ± 14.74	420.93 ± 316.92
14.3	42.19 ± 15.81	430.64 ± 306.55
17	34.84 ± 14.22	191.08 ± 135.88

A. pennatula

MDT	longitud	cobertura
	x ± d.e.	x ± d.e.
4	28.91 ± 12.41	277.13 ± 239.25
7.5	27.57 ± 12.92	278.44 ± 273.39
12	25.63 ± 10.54	420.93 ± 316.92
14.3	36.94 ± 13.21	430.64 ± 306.55
17	35.26 ± 16.67	191.08 ± 135.88

L. esculenta

MDT	longitud	cobertura
	x ± d.e.	x ± d.e.
4	51.43 ± 16.31	154.56 ± 217.23
7.5	48.12 ± 18.27	162.68 ± 210.90
12	41.45 ± 15.11	239.53 ± 282.44
14.3	37.36 ± 14.91	297.39 ± 357.31
17	37.47 ± 16.97	147.35 ± 178.56

A. farnesiana

MDT	longitud	cobertura
	x ± d.e.	x ± d.e.
4	25.87 ± 10.49	98.88 ± 97.33
7.5	21.74 ± 9.85	86.91 ± 77.90
12	24.70 ± 8.26	152.01 ± 144.21
14.3	29.74 ± 10.99	233.95 ± 314.50
17	27.70 ± 11.14	148.67 ± 219.04

L. macrophylla

MDT	longitud		cobertura	
	x	+ d.e.	x	+ d.e.
4	43.27	± 14.92	90.01	± 82.23
7.5	37.87	± 13.54	64.91	± 82.18
12	35.5	± 17.03	212.79	± 243.92
14.3	45.11	± 10.25	222.81	± 162.59
17	41.89	± 9.73	51.38	± 44.59

L. divaricata

MDT	longitud		cobertura	
	x	± d.e.	x	± d.e.
4	22.2	± 10.25	80.52	± 61.361
7.5	19.44	± 10.88	63.85	± 43.46
12	20	± 8.41	190.69	± 157.25
14.3	31.33	± 9.67	488.13	± 297.81
17	28	± 6.38	81.75	± 13.27

P. juliflora

MDT	longitud	cobertura
	x + d.e	x + d.e.
4	24 + 7.70	53 + 42.16
7.5	23.55 + 6.87	59.29 + 43.59
12	22.55 + 6.96	114.50 + 57.46
14.3	29.27 + 10.88	137.30 + 97.12
17	29 + 9.76	88.44 + 56.62

ANEXO 2. Valores promedio ( $\bar{x}$ ) y desviación estandar (d.e.) de la longitud (cm) y cobertura ( $\text{cm}^2$ ) de las especies utilizadas en la reforestación de la parcela Jolla en Amapilca, Gro. La primera columna representa los meses después del trasplante (MDT).

L. divaricata

MDT	longitud		cobertura	
	$\bar{x}$	$\pm$ d.e.	$\bar{x}$	$\pm$ d.e.
4	37.59	$\pm$ 14.04	1441.53	$\pm$ 2158.51
7.5	34.04	$\pm$ 13.40	154.26	$\pm$ 147.22
9.5	33.32	$\pm$ 15.56	213.78	$\pm$ 190.45
12	34.86	$\pm$ 11.98	365.25	$\pm$ 213.81
14.3	34.38	$\pm$ 13.29	3417.35	$\pm$ 3408.54
17	33.15	$\pm$ 13.31	335.96	$\pm$ 298.80

A. pennatula

MDT	longitud		cobertura	
	$\bar{x}$	$\pm$ d.e.	$\bar{x}$	$\pm$ d.e.
4	27.01	$\pm$ 9.32	1212.97	$\pm$ 1590.34
7.5	25.65	$\pm$ 9.96	83.94	$\pm$ 99.65
9.5	23.77	$\pm$ 10.82	101.61	$\pm$ 111.56
12	28.12	$\pm$ 9.36	409.06	$\pm$ 304.39
14.3	30.34	$\pm$ 8.52	5039.78	$\pm$ 5892.39
17	28.16	$\pm$ 8.88	420.88	$\pm$ 294.41

L. macrophylla

MDT	longitud		cobertura	
	x	± d.e	x	± d.e
4	32.75	± 12.96	536.26	± 768.16
7.5	27.05	± 14.01	18.73	± 23.73
9.5	27.75	± 6.49	45.21	± 21.70
12	29	± 12.73	254.98	± 98.14
14.3	26.79	± 13.57	1986.72	± 2212.08
17	24.88	± 9.92	69.74	± 59.64

A. cochliacantha

MDT	longitud		cobertura	
	x	± d.e.	x	± d.e.
4	45	± 14.45	4836.9	± 5028.6
7.5	42.9	± 14.96	176.01	± 132.08
9.5	47.5	± 12.12	528.9	± 570.93
12	44	± 14.78	942.28	± 621.01
14.3	47.1	± 14.24	18717.00	± 18385.0
17	44.9	± 15.20	663.19	± 405.79

L. esculenta

MDT	longitud	cobertura
	x ± d.e.	x ± d.e.
4	50 ± 15.79	1349.11 ± 1826.04
7.5	44.88 ± 15.54	87.36 ± 74.11
9.5	41.27 ± 14.17	131.17 ± 141.85
12	47.68 ± 13.53	353.50 ± 216.46
14.3	48.8 ± 15.40	10422.32 ± 10698.67
17	48.56 ± 14.32	317.55 ± 275.83

A. farnesiana

MDT	longitud	cobertura
	x ± d.e.	x ± d.e.
4	30.48 ± 9.10	714.21 ± 947.42
7.5	28.52 ± 11.07	99.23 ± 91.13
9.5	23.21 ± 9.60	115.61 ± 113.31
12	29.29 ± 9.30	258.70 ± 197.08
14.3	28.91 ± 9.02	1668.18 ± 1949.87
17	28.79 ± 8.88	287.68 ± 235.71

L. acapulcensis

MDT	longitud			cobertura		
	x	±	d.e	x	±	d.e
4	29.45	±	9.63	1537.8	±	1163.1
7.5	28	±	10.48	116.42	±	84.82
9.5	30.2	±	12.17	275.64	±	177.96
12	28.93	±	10.19	558.24	±	356.73
14.3	27.93	±	8.62	4580.9	±	2717.5
17	30.47	±	10.80	475.59	±	280.21

**ANEXO 3 . Resultado de los analisis fisicoquimicos de los suelos de las parcelas reforestadas en Amapilca, Gro.**

Parámetro/Parcela	LOMA	JOLLA	LADERA
pH	Alcalino	Lig. Alcalino	Neutro
Materia Orgánica	Rico	Pobre	Medio
Textura	Arcillo arenosa	Franco arcillosa	Arcillosa
Velocidad de infiltración	Muy rápida	Muy lenta	--

(Cervantes,V. en preparación).