

IV. Estudio de caso

Reforestación productiva con leguminosas nativas, en el ejido de Amapilca municipio de Alcozauca, Guerrero.

La experiencia que a continuación se reseña tuvo el propósito de generar un modelo de reforestación para recuperar los ambientes degradados por las prácticas productivas, basándose en la incorporación de especies nativas útiles. Para ello se realizaron diversos estudios para seleccionar a las especies más adecuadas y se llevó a la práctica la metodología generada.

Enseguida se presentan los estudios realizados y la forma en que se efectuó la reforestación, asimismo, se mencionan los resultados que hasta la fecha se desprenden de la evaluación de dicha experiencia.

1 ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra al noreste del estado de Guerrero dentro del municipio de Alcozauca, y forma parte de la región de la Montaña de Guerrero.

Una de las 21 comunidades del municipio es el ejido de Amapilca, el cual se localiza 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. La topografía del ejido, al igual que la del resto de la región, es muy completa que van desde los 1250 a los 1880 msnm. El ejido presenta los climas A(C)wo, el más seco de los semicálidos, y el A(C)w, intermedio por su grado de humedad. En cuanto a la litología se presenta un panorama variado con calizas, gravas, rocas ígneas andasíticas, ígneas basálticas, dos tipos de conglomerado, brecha y toba volcánicas, y depósitos aluviales y coluviales (34).

En el ejido se presentan seis tipos de vegetación: bosque de pino-encino, bosque de sabinos, bosque de encinos, selva baja caducifolia, bosques espinoso y vegetación ribereña (43). El área en que se llevó a cabo este estudio se encuentra en la zona correspondiente a la selva baja caducifolia (44).

2 DÓNDE SE REFORESTÓ

Se reforestaron tres parcelas aproximadamente una hectárea, cada una con diferentes condiciones ambientales e historia de manejo (42).

La parcela en la Loma del Puerco (Loma), tiene dos laderas, de orientación NW y SE con pendientes de entre 12 y 21 respectivamente y una altitud de 1510 msnm. La parcela se utilizaba para cultivar maíz con sistema de barbecho largo. Cuando se reforestó tenía 20 años de no ser cultivada, utilizándose durante todo este tiempo como zona de pastoreo, dado que presentaba algunos elementos herbáceos y perennnes arbustivos (reclutados naturalmente) palatable para el ganado. La segunda se encuentra en el paraje conocido como Jolla de 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 de cultivo de maíz pero de barbecho corto y tenía solamente un año de abandono.

Por último, la parcela localizada en el camino a la Laguna Seca (Ladera), presenta orientación SW-SE y pendientes de 26 a 30. Por la fuerte pendiente del lugar debió haber sido cultivada como 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 sólo permitió que se cultivara el año de su desmonte. En el momento de la reforestación llevaba dos años de abandono.

3 CON QUÉ ESPECIES SE REFORESTÓ

Con base en los estudios etnobotánicos realizados en el área de trabajo (45), se hizo una primera selección de 12 especies arbóreas y arbustivas, las cuales son consideradas en dicho estudio como útiles (Tabla IV.1).

En estas especies se estudiaron algunos aspectos de su biología y con base en ellos se seleccionaron las más adecuadas para ser la reforestación. Los estudios realizados fueron los siguientes: distribución y abundancia de las especies, fenología, germinación y crecimiento.

a) Distribución y abundancia de las especies

Este estudio permitió conocer la distribución y abundancia de las especies, así como sus preferencias ambientales. Se apoyó en los resultados del diagnóstico ecológico realizado con anterioridad en el área de estudio (43). Estas características físicas se combinan en 30 unidades ambientales (facetos), en las cuales se llevó a cabo el muestreo de las especies seleccionadas por medio de transectos de 50 x 10 m.

A continuación se presenta un resumen de las preferencias ambientales para cada especie.

Acacia cochliacanta, Acacia farnesiana y Acacia pennatula.

Se les encuentra en matorral espinoso, bosque espinoso y zonas de vegetación secundaria de selva baja caducifolia y bosque de encinos, en donde predominan climas cálidos (Aw) y semicálidos A(C) con altitudes que van de los 0 a 19000 msnm, en litologías de calizas, yesos lutitas y suelos de aluvión.

Lysiloma divaricata

Forma parte de la vegetación primaria de la selva baja caducifolia, encontrándose también en zonas de vegetación secundaria, donde predominan climas cálidos (Aw) y semicálidos (A(C)w), en altitudes que van de los 800-1900 m.s.n.m. Se les puede encontrar en litologías de toba y brecha volcánica, yesos, calizas y lutitas.

Lysiloma acapulcensis

Forma parte de la vegetación primaria de la selva baja caducifolia, encontrándose también en la zona de transición con el bosque de encinos. Se distribuye en zonas con clima cálido (Aw), semicálido (A(C)w) y semitemplado ((A)(C)w) en altitudes que van de los 800 a 2200 msnm; con litologías de toba y brecha volcánica, yesos, calizas y lutitas.

TABLA IV.1 USOS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Nombre científico	Nombre común	Usos	Tipo de crecimiento
<i>Acacia bilimekii</i>	Tehuiztle	F y L	Arbustivo
<i>Acacia cochliacantha</i>	Cubata prieta	F y L	
<i>Acacia farnesiana</i>	Hizache	F	
<i>Acacia pennatula</i>	Cubata blanca	F y L	
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	F y L	Arbóreo
<i>Fraxinus purpusii</i>	Zapotillo	L y F	
<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje colorado	F y AH	
<i>Leucaena macrophylla</i>	Cuaje de caballo	F y AH	
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepeguaje	L y M	
<i>Lysiloma divaricata</i>	Tlahuitole	L	
<i>Pithecollobium dulce</i>	Huamuchil	F y AH	
<i>Prosopis juliflora</i>	Mezquite	F y L	

Donde: F= Forraje; L= Leña; M=Madera; y AH=Alimentación humana.

Eysenhardtia polystachya.

Se presenta en condiciones muy semejantes a *Lysiloma acapulcensis*, con la diferencia de ser más abundante en zonas semicálidas (A(C)w), además de presentarse en vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

Prosopis juliflora

Se presentan en bosque espinoso, en la vega de los ríos o muy cercano a ellas, en climas cálidos (Aw) y altitudes que van de los 0 a 1300 msnm con suelos de aluvión; también forma parte de la selva baja caducifolia en climas semicálidos (A(C)w) y altitudes que van de los 1300-1600 msnm, en litologías de yesos, calizas y lutitas.

Leucaena esculenta

Es característica de la vegetación primaria de la selva baja caducifolia aunque también se le encuentra en la vegetación secundaria. Se localiza principalmente en climas cálidos (Aw) y semicálidos (A(C)w). Se distribuye en altitudes que van de los 0 a 1900 msnm, en litologías de calizas principalmente, yesos, lutitas, toba y brecha volcánica.

Leucaena macrophylla

Forma parte de la selva baja caducifolia, se encuentra en los climas cálidos (Aw), semicálidos (A(C)w) y semitemplados ((A)Cw), distribuyéndose en altitudes que van de los 1000 a 1900 con litologías de toba y brecha volcánica y yesos (8). En la Tabla IV.2 se presenta un resumen de las características antes mencionadas.

TABLA IV.2 DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES.

Especie	Distribución	Mesoclima	Tipo de vegetación
<i>A. pennatula</i> <i>L. acapulcensis</i>	AMPLIA	CALIDO SEMICALIDO SEMITEMPLADO	BTCBE
<i>A. bilimekii</i> <i>A. farnesiana</i> <i>A. cochliacantha</i> <i>L. divaricata</i> <i>L. esculenta</i>	INTERMEDIA	CALIDO Y SEMICALIDO	BTC
<i>E. polystachya</i> <i>L. macrophylla</i> <i>F. purpusii</i>		SEMICALIDO Y SEMITEMPLADO	BTC BE
<i>P. dulce</i> <i>P. juliflora</i>	RESTRINGIDA	CALIDO	BES

Donde: BTC= Bosque tropical caducifolio; BE= Bosque de encino; y BES=Bosque espinoso.

A partir del análisis de los muestreos en la zona de estudio, las especies se pueden dividir en grupos con distribución amplia, intermedia y restringida (Tabla IV.2). Si bien existen individuos de estas especies en un amplio rango de condiciones, por medio de análisis multivariados se pudieron detectar algunas preferencias.

b) Fenología.

Con la finalidad de conocer la disponibilidad de hojas, flores y frutos a lo largo del año, se hizo durante 2 años un seguimiento a 500 individuos de las especies en cuestión, en diferentes condiciones ambientales (8). Este estudio permitió conocer las épocas propicias para la obtención de las semillas necesarias para la reforestación, así como la disponibilidad de recursos para el consumo humano y del ganado (Tabla IV.3).

Por otra parte, este estudio también vierte elementos para el uso apícola potencial que presentan algunas de las especies (Tabla IV.4).

Los resultados del estudio fenológico muestran que una combinación apropiada de especies en las plantaciones permitiría obtener a lo largo del año diversos recursos, lo cual resulta muy atractivo en términos de la utilización futura de las parcelas reforestadas.

C) Germinación y crecimiento.

Estos estudios se realizaron en el vivero con el propósito de conocer la germinación y la velocidad de crecimiento de las especies. El estudio de crecimiento permitió conocer la talla adecuada de transplante, el manejo requerido en el vivero de acuerdo a su asignación de recursos (raíz-vástago) y la estrategia de crecimiento

El cruzamiento de la información generada por estas investigaciones permitió lo siguiente:

- Eliminar de la lista original aquellas especies que presentaban una distribución restringida como *Phitecoellobium dulce* y con limitantes de producción de germoplasma como *Acacia bilimekii* y *Fraxinus pupusii*.
- Planear la composición de las especies en los sitios a reforestar, de forma que las parcelas intercalaran elementos perennes y deciduos, que aportaran recursos de forma diferencial.
- Elegir la proporción de individuos de cada especie, basándose en los estudios de distribución y abundancia.
- Planear la disposición especial de las especies en las parcelas, de tal manera que no interfieran en sus formas de crecimiento, intercalando arbóreas y arbustivas.

La selección final de especies fue formada por: *Acacia cochiliacantha*, *Acacia farnesiana*, *Acacia pennatula*, *Eysenhardtia polystachya*, *Prosopios juliflora*, *Leucaena esculentna*, *Leucaena macrophylla*, *Lysiloma acapulcensis* y *Lysiloma divaricata*.

4 OBTENCIÓN Y MANEJO DEL GERMOPLASMA

a) Época de colecta

En este caso, los periodos de fructificación y maduración de los frutos se obtuvieron a partir de estudios fenológicos (88). En la Tabla IV.3 se presenta un resumen de los resultados en donde se muestra el periodo de producción de frutos, así como los meses en que se realizó la colecta.

b) Colecta de frutos

La colecta se realizó en todo el rango altitudinal en que las especies se distribuyen dentro de la comunidad. Las semillas se obtuvieron de más de 30 árboles en cada especie. Para esto, se seleccionaron árboles o arbustos con aspecto vigoroso, además se cuidó que conservaran una cierta proporción de frutos para alimentar el banco de semillas del medio natural.

La colecta para estas especies se realizó cuando se detectó el punto óptimo de maduración e las semillas, a partir de los cambios de coloración de las vainas y de supervisar el estado de madurez de las semillas con “pruebas de corte” (ver cómo hacer la colecta). La madurez completa de la de las semillas se obtuvo para el caso de los guajes (*Leucaena* spp.), cuando las vainas cambiaron de verde a rojizo, siendo este menos intenso para el guaje de caballo (*Leucaena marophylla*).

En el tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*) la vaina cambia de verde a rojo y finalmente a café oscuro, además, al secarse la capa café se desprende del fruto. En cuanto al tlahuitole (*Lysiloma divaricata*) la coloración cambia de verde a café.

Para las cubatas y el hizache (*Acacia* spp.) los frutos cambian de verde a café oscuro, aunado a que las paredes del fruto se hacen duras. En el caso del palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) las semillas cambian su color de verde a café claro. En el guamuchil (*Pythecoellobium dulce*) el fruto cambia de verde a rojizo y se expone el endocarpo del fruto.

Los frutos se obtuvieron directamente de los árboles cuando aún no caían. En el caso de árboles muy altos como tepeguaje y tlahuitole (*Lysiloma* spp.), guaje colorado y de caballo (*leucaena* spp.) y guamuchil (*Pythecoellobium dulce*) los frutos se obtuvieron trepando al árbol, o bien con el auxilio de garrochas o escaleras. Los frutos se depositaron en costales para su transporte al vivero.

Para las especies con frutos muy pequeños y frágiles, como lo fue el caso del palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), la colecta se realizó tomando con la mano semicerrada la rama la rama que presentaba los frutos, recorriéndola suavemente para desprenderlos. Como los frutos son muy pequeños, su transporte al vivero se realizó en bolsas de papel (Figura IV.1).

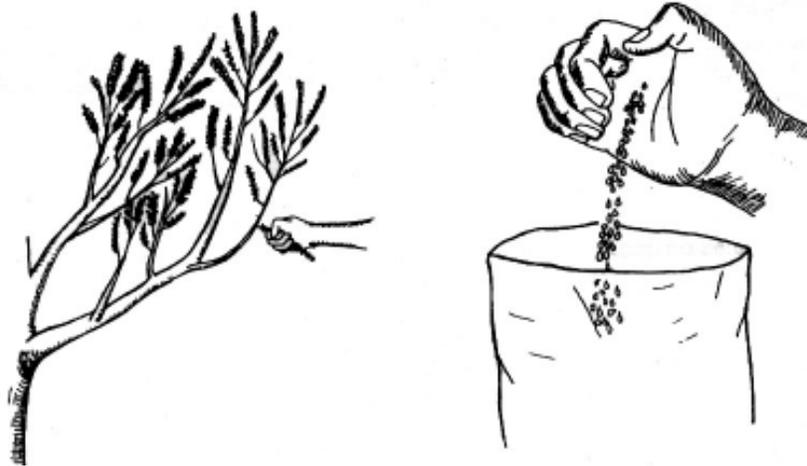


Fig. IV.1 Colecta de semillas de *Eysenhardtia polystachya* (Palo dulce).

c) Obtención y limpieza de semillas.

Todos los frutos obtenidos en esta experiencia pertenecen a especies que se ubican dentro de la familia de las leguminosas, por lo cual las semillas se obtuvieron de vaina. No obstante, los frutos de las diferentes especies presentaron variaciones en el número de capas y tipo de dehiscencia. Con base en dichas características se agruparon de acuerdo a sus requerimientos para la obtención de semillas.

El primer grupo se formó con las especies de vaina dura e indehiscente como *Acacia cochliacantha* y *Acacia pennatula*.

La obtención de semillas se realizó probando dos métodos:

- Se golpeaba con un martillo cada fruto en su zona lateral, hasta que se

rompía y liberaba las semillas. Es un método lento pero tiene la ventaja de poder obtener y limpiar las semillas simultáneamente, además es muy recomendable cuando la colecta no es muy abundante (Figura IV.2). La selección de semillas se hizo desechando aquellas que estaban pequeñas, deformes, con orificios, o con coloraciones diferentes a las normales (más oscuras o más claras).

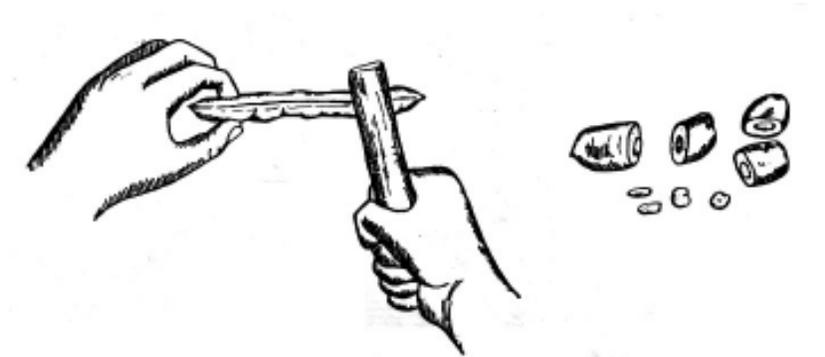


Fig. IV.2 Extracción de las semillas del fruto para Acacia pennatula (Cubata blanca).

- La segunda opción consistió en poner aproximadamente 20 frutos en un costal y golpearlos varias veces con un martillo hasta romper completamente las vainas; es un método en el que se debe tener cuidado en no causar fracturas en la tasa de las semillas (Figura IV.3).

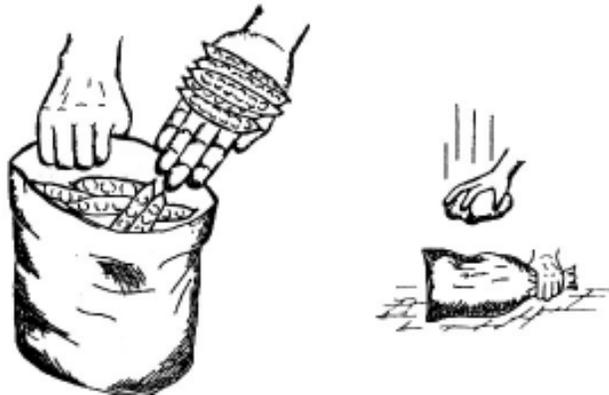


Fig. IV.3 Extracción de semillas del fruto.

La selección y limpieza de las semillas se hizo probando dos alternativas:

- Vaciando el contenido del costal sobre una mesa eligiendo las semillas una por una, cuidando las recomendaciones antes señaladas. En este caso la limpieza es tediosa y no muy recomendable cuando la colecta es abundante y/o la mano de obra escasa (Figura IV.4).

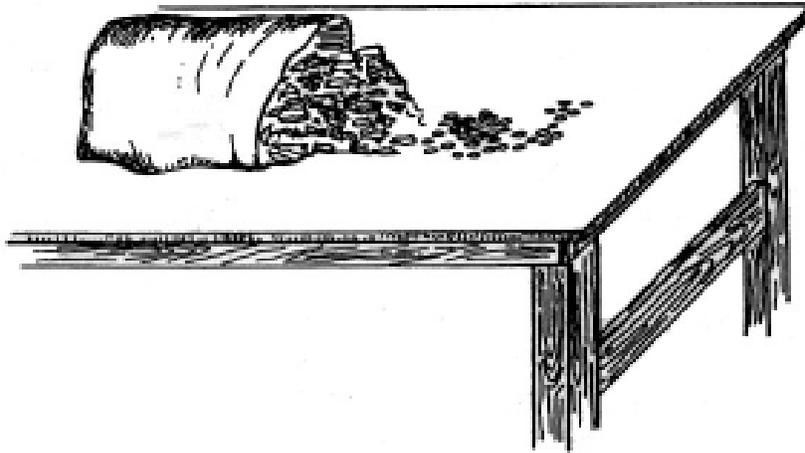


Fig. IV.4 Limpieza y selección de semillas (*Acacia pennatula* o *A. Cochliacantha*).

- Vaciando el contenido del costal en una superficie plana y retirando la basura más grande, la más pequeña junto con las semillas se pone en cubetas con agua y se agita vigorosamente. Por flotación emerge la basura y las semillas vanas, que se retiran con un colador. Este proceso se repitió varias veces en forma rápida, porque después de un tiempo la basura se satura y se sumerge (Figura IV.5). Posteriormente las semillas se escurrieron y se pusieron a secar al aire libre, a la sombra y bien extendidas sobre pliegos de papel estraza o periódico durante 14 ó 15 días, cambiándolo diariamente. Una vez secas las semillas se seleccionaron, eliminando basura y semillas indeseables. Este método es recomendable cuando la cantidad de frutos es abundante y la disponibilidad de mano de obra escasa (Figura IV.6).

El segundo grupo se formó con las especies de vaina dehiscente como: guaje colorado (*Leucaena esculenta*), guaje de caballo (*L. macrophylla*), tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*) y tlahuitole (*L. divaricata*).



Fig. IV.5 Limpieza de semillas por el método de flotación.

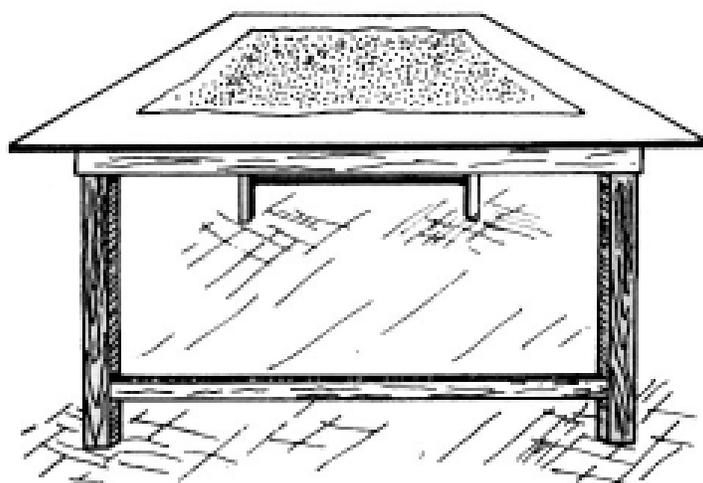


Fig. IV.5. Secado de las semillas.

Las vainas colectadas se pusieron en un costal que fue golpeado varias veces, contra el suelo o con un tronco robusto, hasta que se comprobó que habían abierto y liberado completamente las semillas. Estas por gravedad se depositaron en el fondo del costal, las vainas vacías que quedaron en la parte superior fueron retiradas. Las semillas junto con la tierra y basura pequeña se pasaron a un tamiz o colador de abertura menor al tamaño de las semillas, pero que permitiera la salida de la tierra y basura restante. Ya en el tamiz, se agitó y se sopló varias veces simultáneamente sobre las semillas o se expusieron a un venteado, tratando de quitar la mayor cantidad de basura. Finalmente, se apartaron las semillas eliminando las perforadas, deformes, corrugadas y negruzcas (Figura IV.7).

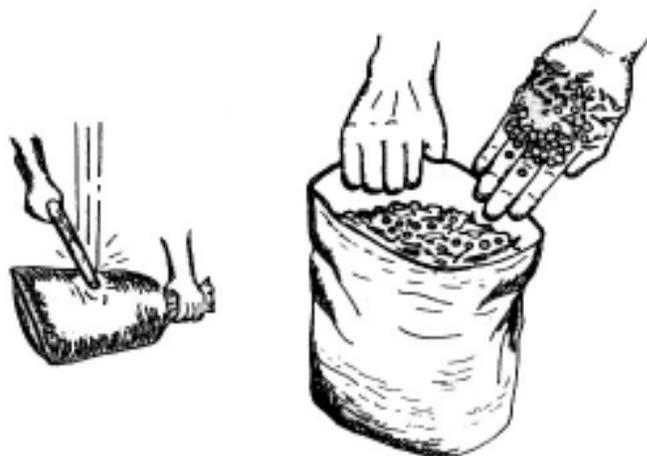


Fig. IV.7 Extracción de semillas con vaina dehiscente (*Lysilomas* spp., *Leucenas* spp.)

Este método es muy recomendable para obtener las semillas de tlahuitole, pues las vainas liberan rápidamente las semillas; también es adecuado para las especies retasntes pero con la siguiente variación: al golpear el costal, debe hacerse más vigorosamente y por un tiempo más prolongado.

Para el caso del tepeguaje, debido a que la vaina es más fibrosa y grande, el costal se golpeó con un tronco grueso repetidas veces, además se revisó constantemente en qué momento las vainas ya estaban vacías. Esta opción se realizó cuidando no lesionar las semillas. Finalmente, la selección y limpieza de semillas se hizo de la manera ya referida. Otra opción es obtener las semillas abriendo vaina por vaina por su línea de dehiscencia, siempre y cuando los frutos estén perfectamente maduros y secos, pues de lo contrario la obtención se dificulta; o bien, usando tijeras de colecta, las que son de gran utilidad, para hacer cortes por línea de dehiscencia, lo que facilita la apertura del fruto y con esto la liberación de las semillas. Este último método se utilizó cuando la colecta era escasa y se contaba con mano de obra (Figura IV.8).

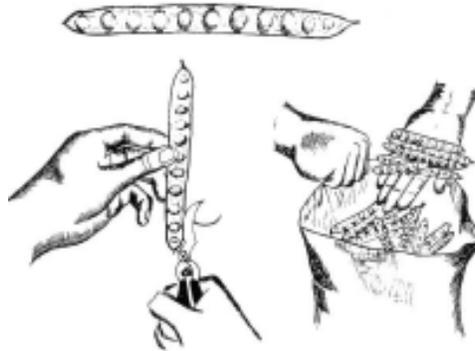


Fig. IV.8 Obtención de semillas de *Lysiloma acapulcensis* (Tepeguaje).

Para el hizache (*Acacia farnesiana*) la extracción de las semillas se hizo presionando la vaina fuertemente con los dedos por las líneas de dehiscencia. Otra opción para facilitar esta actividad es auxiliarse con tijeras de colecta, de la manera descrita anteriormente (Figura IV.9).



Fig. IV.9 Extracción de semillas de *Acacia farnesiana* (Hizache).

Figura IV.10 Estructura del fruto y obtención de semillas para *Pithecoellobium dulce* (Huamuchil).

En el caso del guamuchil (*Pithecoellobium dulce*), se removió la cubierta carnosa que rodea a la semilla (arilo) y después las semillas se limpiaron y eligieron cuidadosamente (Figura IV.10).

La obtención de semillas en el mezquital (*Prosopis juliflora*) se realizó de la siguiente manera. Con tijeras de colecta o manualmente se quitó la cubierta coriácea más externa del fruto (epicarpo), para dejar con una segunda cubierta pulposa y pegajosa (mesocarpo) (Figura IV.11), los frutos en este estado se metieron a una cubeta con agua y se dejaron remojando, restregándolos entre sí vigorosamente para quitar la pulpa.

Esto se hizo repetidas veces, cambiando el agua constantemente hasta que la cubierta pulposa se eliminó por completo, posteriormente, se observó una capa más (endocarpo) que es la que envuelve a cada una de las semillas (Figura IV.12).

En este estado se pusieron a secar a temperatura ambiente y a la sombra. Una vez secas, se abrió la capa por un extremo utilizando tijeras o pinzas (por las líneas definidas para cada semilla), obteniendo así las semillas y seleccionado únicamente las sanas (Figura IV.13).

En el palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) la obtención de semillas fue muy meticulosa y requirió de mucho cuidado debido a que tanto la vaina como las semillas son muy pequeñas y delicadas. Para estas especies es importante mencionar que por cada vaina se obtiene una semilla. La extracción se hizo tomando cada vaina y con la punta de una aguja fina y larga (aguja de disección) se presionó en la parte más estrecha. La punta de la aguja se insertó en esta zona y se empujó hacia arriba para que la semilla salga de la vaina. En este proceso hay que tener cuidado de no lesionar la semilla, ya que si la aguja se inserta sobre ésta puede romperse. La selección de las semillas saludables se realizó cuidando las recomendaciones ya mencionadas. También se eliminaron las que se lesionaron en el proceso de extracción (Figura IV.14).

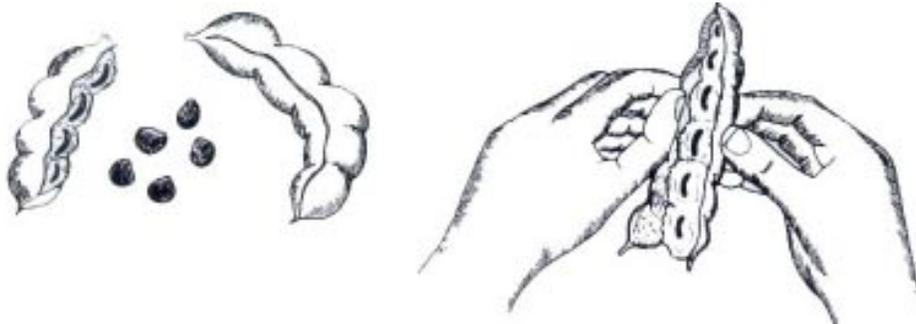


Fig. IV.101 Estructura del fruto y obtención de semillas para *Pithecoellobium dulce* (Huamuchil).



Fig. IV.11 Capas que conforman el fruto de *Prosopis juliflora* (Mezquite).

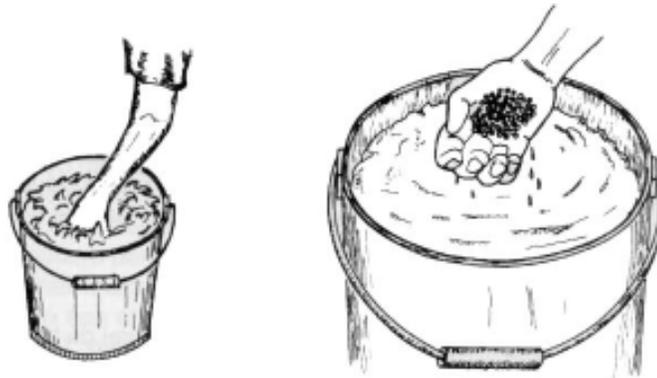


Fig. IV.12 Remoción de la pulpa que cubre las semillas de *Prosopis juliflora* (Mezquite).

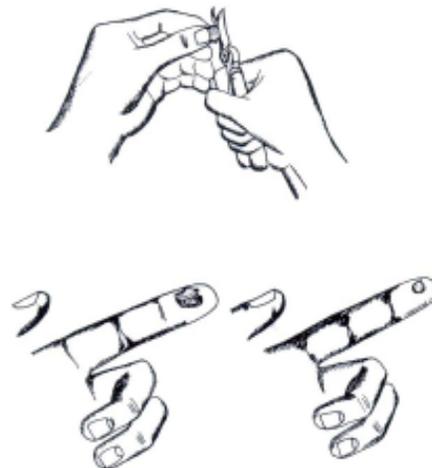


Fig. IV.13 Extracción de semillas de *Prosopis juliflora* (Mezquite).

d) Almacenamiento de semillas.

Con la finalidad de formar un banco de semillas temporal de las especies en cuestión, que nos permitiera abastecer adecuadamente la demanda de los programas de reforestación, se hicieron una serie de experimentos con las semillas en el vivero. Los experimentos con las semillas en el vivero. Los experimentos se diseñaron de acuerdo con la infraestructura con que contaba el vivero de Amapilca. Aunque las limitantes de infraestructura no permitieron seguir al pie de la letra las recomendaciones para el almacenamiento de las semillas, se adecuaron a técnicas más sencillas cuidando los aspectos básicos para su almacenamiento y germinación, con lo que se mantuvo su viabilidad por algunos años. Este tipo de manejo fue posible debido a que las semillas de las especies seleccionadas son ortodoxas, con testa dura; característica importante que distingue a la mayoría de las especies que pertenecen a la familia de las leguminosas.

Con estos antecedentes, las semillas perfectamente limpias y seleccionadas, se secaron a temperatura ambiente a la sombra durante 10 a 15 días, para el caso de las acacias, y durante 6 a 8 días las especies restantes, cambiando diariamente el papel donde estaban esparcidas las semillas.

Una vez que las semillas se secaron, fueron colocadas en frascos de plástico oscuro perfectamente secos y con tapa hermética. Estos se llenaron con semillas hasta el tope y se taparon. Posteriormente, cada uno de ellos se etiquetó con el nombre de la especie, datos de lugar y fecha de colecta (mes y año), para finalmente almacenarlas en la bodega del vivero a una temperatura aproximada de 18-20°C en oscuridad.

Un aspecto importante que se detectó, y que se tiene que manejar con precaución para las semillas de las especies de *Acacia*, fue la presencia de plagas de insectos. Durante los estudios fenológicos realizados (8) y los recorridos para la colecta de frutos, se observó que las semillas son infectadas antes de la maduración del fruto. También se encontró que mientras mayor era la permanencia del fruto en los árboles, mayor era la incidencia de plagas. Debido a esto, al revisar las semillas se encontraban restos de insectos, porque ya estaban infectadas al ser almacenadas, de forma que los parásitos, al cumplir su ciclo de vida en el interior de las semillas, salían e intentaban iniciar otro ciclo en las sanas, pero al encontrarlas secas y con bajos contenidos de humedad, su ciclo de vida se interrumpía y morían, pues las condiciones ya no eran propicias para la infección de otras semillas. Por esto fue muy recomendable el secado de las semillas y su revisión periódica, pues permitió eliminar las semillas dañadas y los insectos muertos.

Otros aspectos que el secado de las semillas nos permitió lograr la conservación de la viabilidad de las semillas bajo estas condiciones de almacenamiento. Aunque la longevidad no se mantuvo de igual forma en las semillas de todas las especies, sí nos permitió tener un banco de semillas temporal, que aseguró la producción eficiente de las plantas necesarias para reforestar por varios años. A

continuación presentamos un resumen de los tiempos de viabilidad de semillas en estas condiciones de almacenamiento (48) (Tabla IV.5).

El conocimiento de la longevidad de las semillas bajo estas condiciones, permitió planear la colecta en aquellas especies que presentaban decrementos en la capacidad de germinación al año de almacenamiento (48).



Fig. IV. 14 Extracción de semillas de *Eysenhardtia polystachya* (Palo dulce).

5 TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Como ya dijimos la latencia en las semillas ortodoxas es común y es necesario romperla para favorecer la germinación. Para las semillas de las especies propagadas en este estudio partimos de la generalidad de conocer la presencia de latencia innata o primaria, dada por la presencia de una testa dura e impermeable que envuelve al embrión, y que evita que la germinación ocurra, o que sea muy lenta y esporádica (fenómeno muy común para las semillas de diversas especies de leguminosas). Es usual romper este tipo de latencia por medio de tratamientos como el de calor húmedo o seco, o con tratamientos químicos o físicos que ocasionen algún daño en la testa, favoreciendo así la entrada de agua a la semilla.

Los tratamientos aplicados a las semillas de estas especies fueron choque térmico (escarificación con calor húmedo) y escarificación mecánica. Ambos son fáciles de aplicar en condiciones rústicas, son baratos y no requieren mucha infraestructura.

Con la finalidad de comprobar el efecto de los tratamientos de escarificación sobre la germinación de las semillas, se contó con un lote testigo (semillas sin tratamiento pregerminativo), con el mismo número de semillas (48). En la siguiente tabla se resumen los tratamientos aplicados a cada una de las especies seleccionadas (Tabla IV.6)

6 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL LOTE DE SEMILLAS

Precio a la siembra de las semillas se construyó un almácigo temporal con tierra de río. El almácigo con tierra cernida y limpia se dividió en compartimientos con el

TABLA IV.5 VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS A TRAVÉS DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO

	Capacidad de germinación					
	3 meses	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
<i>Acacia cochliacantha</i>	75.6%	73.35	76.0%	94.5%	77.8%	77.8%
<i>Acacia farnesiana</i>		98.9%	87.9%	95.6%		
<i>Acacia pennatula</i>	80.0%	70.0%	75.6%			60.0%
<i>Eysenhardtia polystachia</i>		98.5%	55.5%	33.3%		
<i>Leucaena esculenta</i>	98.9%	55.6%	51.1%			
<i>Leucaena macrophylla</i>	78.7%			22.2%	20.0%	8.9%
<i>Lysiloma acaulcense</i>	95.5%	73.2%				
<i>Lysiloma divaricata</i>	91.1%	71.1%	62.2%	38.9%	38.9%	5.6%
<i>Phitecoelobium dulce</i>	98.9%	63.3%	33.3%			
<i>Prosopis juliflora</i>	100%	71.1%	33.3%			

auxilio de bandas largas de micas. Ya construidas las separaciones la tierra se humedeció a su capacidad de campo (Figura IV.17).

Posteriormente las semillas que fueron expuestas a los tratamientos pregerminativos se sembraron en cada compartimento del almácigo.

La siembra se realizó el mismo día en toda las especies. Las semillas se colocaron superficialmente en el almácigo y posteriormente se cubrieron con tierra (aproximadamente 0.5 cm de espesor)

Si la disponibilidad de mano de obra no es suficiente para realizar la siembra en el mismo día, es recomendable, para asegurar uniformidad en la toma de datos, que por lo menos se siembre por día una especie con todos sus tratamientos.

Todos estos tratamientos también se aplicaron a semillas con diferentes tiempos de almacenamiento, probando tiempos desde 3 meses hasta 5 años (48).

El almácigo se regó y revisó diariamente para determinar el inicio de la germinación de las semillas. Por especie, se anotó la fecha del inicio de la germinación de las semillas. Por especie, se anotó la fecha del inicio de la germinación y el número de semillas que germinaron diariamente. Con estos datos se obtuvo el tiempo de latencia (TL); el tiempo necesario para obtener la capacidad máxima de germinación (TCG); la capacidad, velocidad y sincronía de la

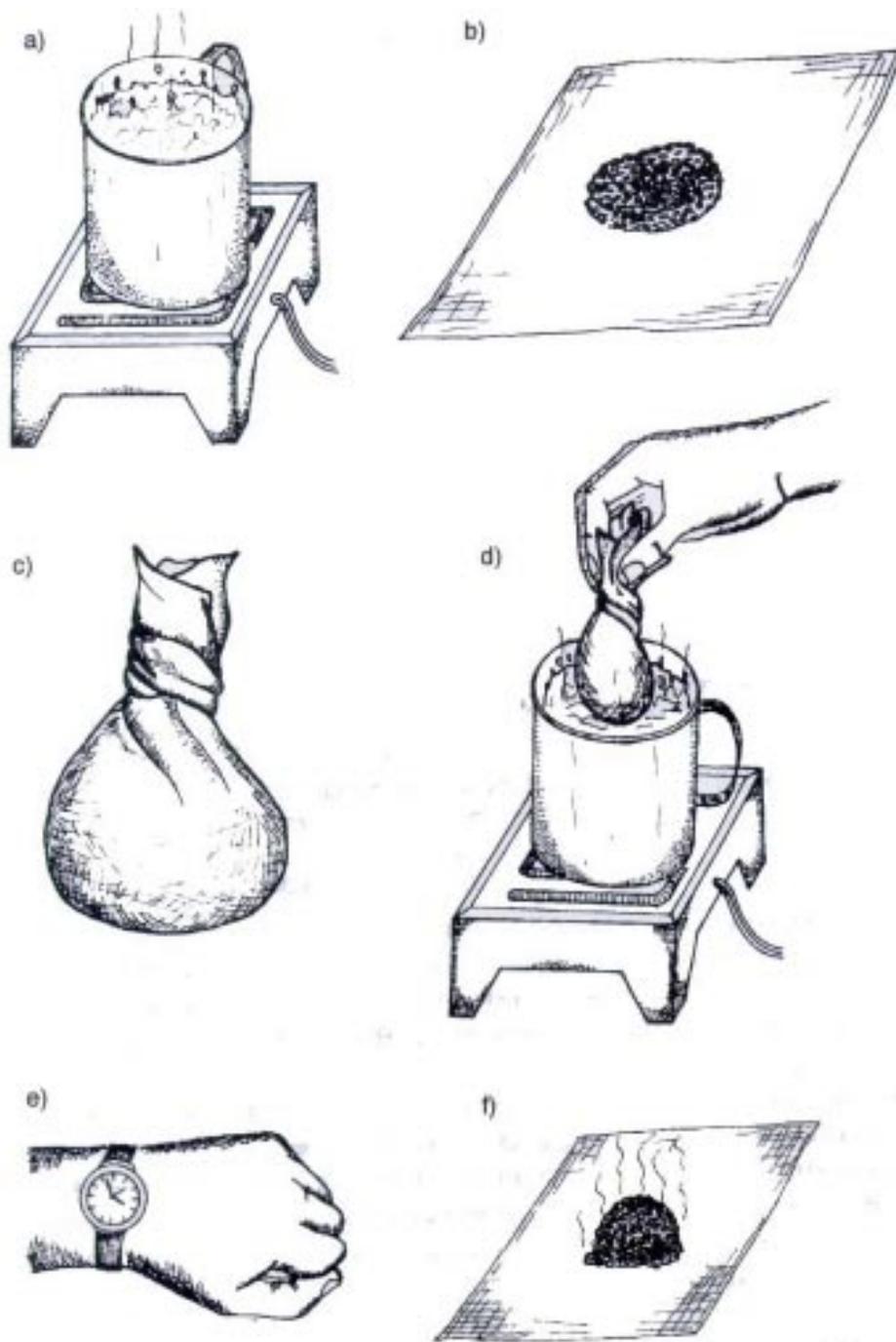


Fig. IV. 15 Proceso de escarificación térmica de las semillas (calor húmedo).

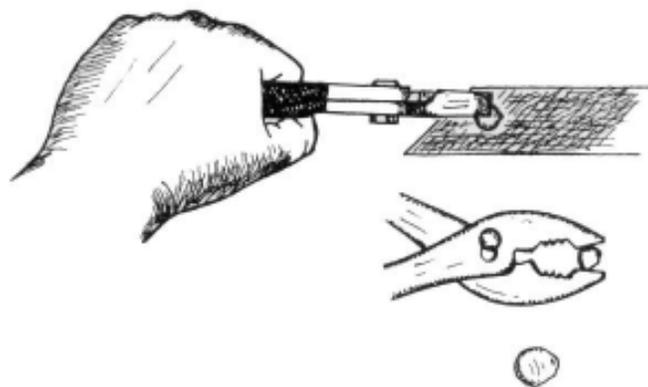


Fig. IV. 16 Escarificación mecánica.

germinación de las semillas. Estos índices nos permitieron elegir el mejor tratamiento para propagar las plantas.

En la Tabla IV.7 se ejemplifica numéricamente la toma de datos y aplicación de algunos de estos índices para una de las especies trabajadas.

Con la finalidad de hacer más sencilla la obtención y procesamiento de los datos, se decidió eliminar los coeficientes para calcular la velocidad y uniformidad de germinación, pues su cálculo es complicado, no obstante, se explica como pueden inferirse estos índices a partir de los valores gráficos del tiempo de latencia, tiempo necesario para alcanzar el máximo porcentaje de germinación diario y acumulado. La explicación detallada de todos los índices involucrados en el análisis de resultados de las especies utilizadas en esta experiencia, se detalla en el trabajo de Cervantes, *et al* (48).

a) *Manejo de datos.*

1) *Obtención del tiempo de latencia (TL) por tratamiento*

Contar el número de días necesario para que se presente la primera semilla germinada, para cada tratamiento, considerando desde el día en que se realizó la siembra (Tabla IV.7). A continuación se muestra el TL para cada tratamiento.

Testigo	12 días
Choque térmico 1 min	10 días
Choque térmico 3 min	10 días
Choque térmico 5 min	11 días
Choque térmico 10 min	11 días
Escarificación mecánica	7 días

TABLA IV. 6 TRATAMIENTOS DE ESCARIFICACIÓN APLICADOS.

	Tratamientos					
	Testigo	1 min	3 min	5 min	10 min	Mecanica
<i>Acacia cochliacantha</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Acacia farnesiana</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Acacia pennatula</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Eysenhardtia polystachia</i>	X	X	X	X	X	
<i>Leucaena esculenta</i>	X	X				
<i>Leucaena macrophylla</i>	X	X				
<i>Lysiloma acaulcense</i>	X	X				
<i>Lysiloma divaricatha</i>	X	X				
<i>Phitecoelobium dulce</i>	X	X				
<i>Prosopis juliflora</i>	X	X				

De estos resultados se infiere que el tratamiento más efectivo para romper la latencia de las semillas es la escarificación mecánica, pues es en éste donde se obtiene el menor tiempo para que la germinación se presente (Gráfica IV.1).

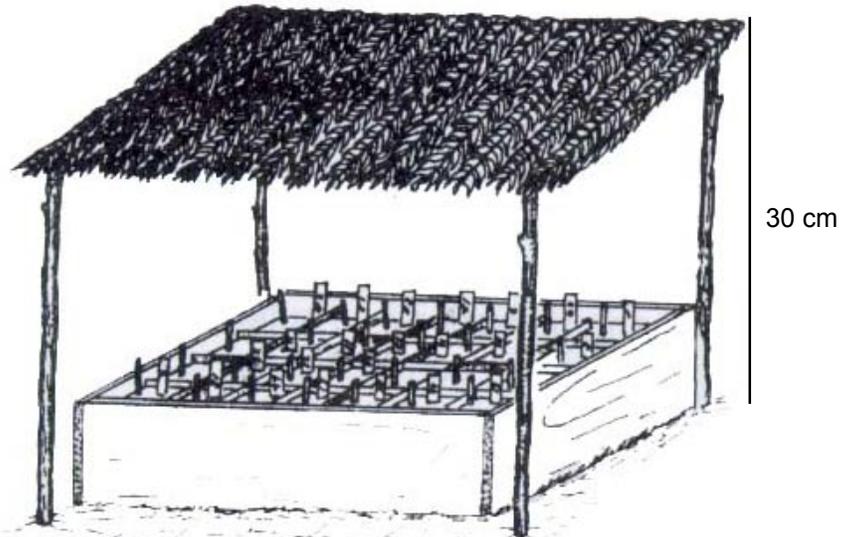


Fig. IV.17 Almacigo con división para los distintos tratamientos de escarificación.

TABLA IV. 7 EJEMPLO DE FICHAS PARA TOMA DE DATOS.

ESPECIES : Acacia farnesiana (Huizache).

No. DE SEMILLAS POR TRATAMIENTO = 90

TRATAMIENTOS:

A= TESTIGO

B= EBULLICIÓN DE 1 MINUTO

C= EBULLICIÓN DE 3 MINUTOS

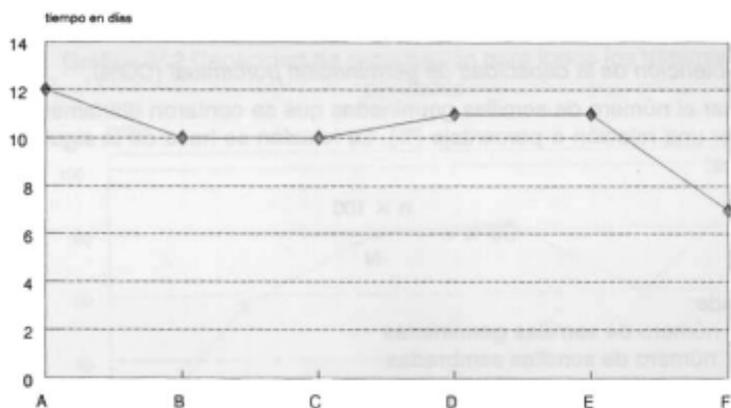
D= EBULLICIÓN DE 5 MINUTOS

E= EBULLICIÓN DE 10 MINUTOS

F= ESCARIFICACIÓN MECÁNICA

		# de semillas germinadas					
Fecha	Tiempo	A	B	C	D	E	F
23-II-89	1						
24	2						
25	3						
26	4						
27	5						
28	6						
1-III-89	7						2
2	8						
3	9						1
4	10		3	1			25
5	11		4	8	13	5	26
6	12	1	7	15	9	7	26
7	13		9	23	22	16	2
8	14		2	7	5	5	1
9	15		1	1	4	1	2
10	16	1	3		2	2	1
11	17		1		1		1
22	18		3	3	3	2	
13	19		2	1			1
14	20		4	1	2	1	1
15	21		3	1	7	8	
16	22		1	1	1	2	
17	23		2	2	1	1	
18	24	1	4	2	1	2	
19	25		1	3	1	1	
20	26			1	1	1	
21	27			1			
22	28						
23	30				1		
24	31						
25	32						
26	33						
27	34						
28	35						
29	36	1					
30	37		1				
1-IV-89	38	1					
2	39						
3	40						
TOTAL		6	51	71	74	54	89

GRÁFICA IV.1 TIEMPO DE LATENCIA PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS PROBADOS.



Donde: A = Testigo; B = 1 min ebullición; C = 3 min ebullición; D = 5 min ebullición; E = 10 min ebullición ; y F = Mecánica.

2) *Tiempo necesario para obtener el máximo número de semillas germinadas (TCG).*

Contar el número de días necesario para obtener el mayor número de semillas germinada, por tratamiento, considerando desde el día de siembra (Tabla IV.7). Los resultados del TCG para todos los tratamientos se muestran a continuación.

Testigo	40 días
Choque térmico 1 min	37 días
Choque térmico 3 min	27 días
Choque térmico 5 min	30 días
Choque térmico 10 min	26 días
Escarificación mecánica	20 días

El tratamiento en donde se obtiene el mayor número de semilla germinadas con menor requerimiento de tiempo es nuevamente la escarificación mecánica.

3) *Obtención de la capacidad de germinación porcentual (CG%).*

Sumar el número de semillas germinadas que se contaron diariamente y hacer una relación a porcentaje (%). La relación se hace de la siguiente forma:

$$CG\% = \frac{n \times 100}{N}$$

Donde:
 n = número de semillas germinadas
 N = número de semillas sembradas

Sustituyendo en la formula se tiene:
Tratamiento A (testigo). (Tabla IV.7).

$$CG\% = \frac{6 \times 100}{90 \text{ semillas}} = \frac{600}{90} = 6.666\%$$

Tratamiento F (escarificación mecánica)

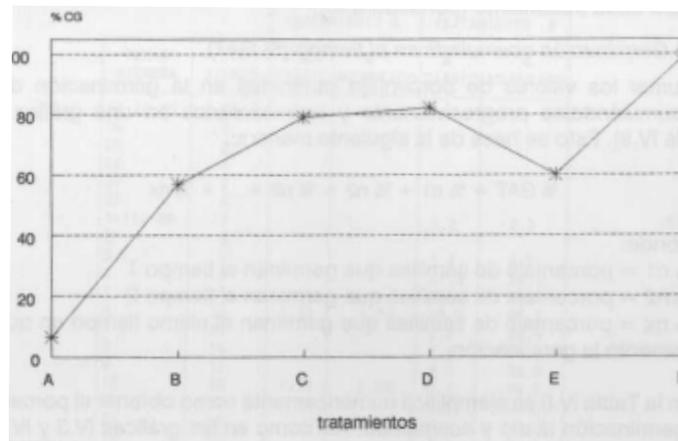
$$CG\% = \frac{89 \times 100}{90 \text{ semillas}} = \frac{8900}{90} = 98.888\%$$

La capacidad de germinación para cada tratamiento se muestra a continuación:

Testigo	6.66 %
Choque térmico 1 min	56.66 %
Choque térmico 3 min	78.88 %
Choque térmico 5 min	82.22 %
Choque térmico 10 min	60.00 %
Escarificación mecánica	98.88 %

Estos resultados muestran que la CG% más alta se obtienen con el tratamiento de escarificación mecánica (Gráfica IV.2).

GRÁFICA IV.2 CAPACIDAD DE GERMINACIÓN PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS PROBADOS.



Donde: A = Testigo; B = 1 min ebullición; C = 3 min ebullición; D = 5 min ebullición; E = 10 min ebullición; y F = Mecánica

4) Porcentaje de germinación diaria en el tiempo

Obtener el porcentaje de semillas que germinan diariamente, por tratamiento, y representarlo en una gráfica (Tabla IV.8). La relación a porcentaje se hace de la siguiente manera:

$$\% \text{ Diario} = \frac{n_i \times 100}{90}$$

Donde:

n_i = número de semillas que germinan el día 1, 2, 3, etcétera.

Por ejemplo para el día 10 del tratamiento F (escarificación mecánica) el porcentaje diario se obtiene de la siguiente manera:

$$\% \text{ Diario} = \frac{n_{10} \times 100}{90} = \frac{25 \times 100}{90} = \frac{25000}{90} = 27.77\%$$

Esto se hace para cada día en que se encuentren semillas germinadas, para cada tratamiento (por separado).

5) Germinación acumulada en el tiempo (% GAT)

Sumar los valores de porcentaje obtenidos en la germinación diaria, acumulándolos progresivamente y representarlos en una gráfica (Tabla IV.8). Esto se hace de la siguiente manera:

$$\% \text{GAT} = \% n_1 + \% n_2 + \% n_3 + \dots + \% n_x$$

Donde:

$\% n_1$ = porcentaje de semillas que germinan el tiempo 1

$\% n_2$ = porcentaje de semillas que germinan el tiempo 2

$\% n_x$ = porcentaje de semillas que germinan el último tiempo en que se presentó la germinación.

En la Tabla IV.8 se ejemplifica numéricamente como obtener el porcentaje de germinación diario y acumulado. Así como en las gráficas IV.3 y IV.4 se muestra su representación gráfica para los tratamientos testigo y escarificación mecánica.

Si se mira con detenimiento la Gráfica IV.1 podemos inferir que todos los tratamientos pregerminativos tienen efecto en el rompimiento de la latencia de las semillas, ya que todos ellos mostraron valores de TL menores al tratamiento que obtuvo los valores de TL menores se presentaron con la escarificación mecánica. Asimismo, los valores mostrados en el TCG permiten observar que este trata-

miento también mostró el menor tiempo necesario para obtener el máximo número de semillas germinadas. Aunado a estas tendencias en la Gráfica IV.2 se observa que todos los tratamientos de escarificación logran incrementar la CG, pues todos los porcentajes son mayores a los obtenidos con el testigo. No obstante esto, por una parte se tiene que el 100% de germinación se obtiene con la escarificación mecánica y el valor más bajo lo presenta el tratamiento de ebullición de 10 min, lo cual sugiere que éste daña la capacidad de germinar de las semillas. Lo que se refuerza al observar el valor obtenido para el TL en este mismo tratamiento (Gráfica IV.1).

Para inferir el tratamiento donde la velocidad y homogeneidad de germinación fue más satisfactorio es importante observar las Gráficas IV. 5ª y IV.5n. En ambas se compararon los tratamientos de escarificación mecánica, térmica de un minuto y el testigo. Para el porcentaje de germinación diario (Gráfica IV.5ª) se tiene que el pico máximo de germinación se presenta con la escarificación mecánica (día 10 al 12) en un tiempo más corto que el tratamiento térmico. Por otra parte este mismo tratamiento se puede observar varios picos de germinación (día 14 al 26), lo que nos está indicando que la germinación se está presentando más heterogénea y requiere más días para presentarse.

Sobra decir que el testigo es tratamiento que presente los valores de germinación diaria más bajos. Si se observa la Gráfica IV.5b para los mismos días mencionados tenemos fuertes diferencias en las tendencias, encontrando que la mayor germinación, y que requirió menos tiempo, se presenta en el tratamiento mecánico (100%), en tanto que en el térmico sólo se obtiene poco más del 50% en un tiempo de 36 días. Las tendencias que se observan nos permite inferir que la germinación más rápida y homogénea se tiene en el tratamiento de escarificación mecánica.

En la Tabla IV.9 se presenta un resumen que indica las particularidades de las semillas de cada una de las especies trabajadas. Asimismo, se señala el tratamiento con el que se obtiene el mayor número de semillas germinadas en el menor tiempo y el tiempo de viabilidad de las semillas bajo estas condiciones de almacenamiento (48).

7 PROPAGACIÓN DE LAS ESPECIES EN EL VIVERO

El método de cultivo utilizado en esta experiencia fue el de envases de crecimiento (bolsas negras de polietileno): Por ello fue necesario la construcción de varias plantabandas en el vivero, utilizando el material biológico disponible en la región (ver *Construcción de platabandas* en el *Anexo 1*). Como la durabilidad de estos materiales es escaso, su construcción se llevó a cabo conforme se fueron necesitando.

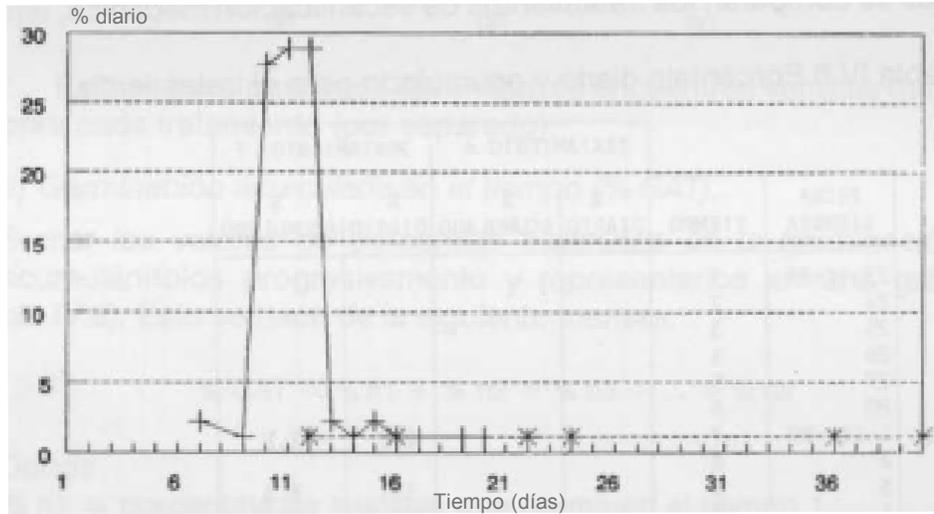
Las dimensiones de las bolsas fueron de 25 cm de alto x 15 cm de diámetro. Para asegurar el drenaje se perforaron manualmente en la base y paredes laterales. Ya realizado esto se procedió a llenar los envases con la tierra acarreada.

TABLA IV.8 PORCENTAJE DIARIO Y ACUMULADO PARA EL TRATAMIENTO

Fecha Siembra	Tiempo	Tratamiento A		Tratamiento F	
		% Diario	% Acumulado	% Diario	% Acumulado
23-II-89	1				
24	2				
25	3				
26	4				
27	5				
28	6				
1-III-89	7			2.2	2.2
2	8				
3	9			1.1	3.3
4	10			27.8	31.1
5	11			28.9	59.4
6	12	1.11	1.11	28.9	88.3
7	13			2.2	90.5
8	14			1.1	91.6
9	15			2.2	93.8
10	16	1.11	2.22	1.1	94.9
11	17			1.1	96.0
22	18				
13	19			1.1	97.1
14	20			1.1	98.2
15	21				
16	22	1.11	3.33		
17	23				
18	24	1.11	4.44		
19	25				
20	26				
21	27				
22	28				
23	30				
24	31				
25	32				
26	33				
27	34				
28	35				
29	36	1.11	5.55		
30	37				
1-IV-89	38				
2	39				
3	40	1.11	6.66		

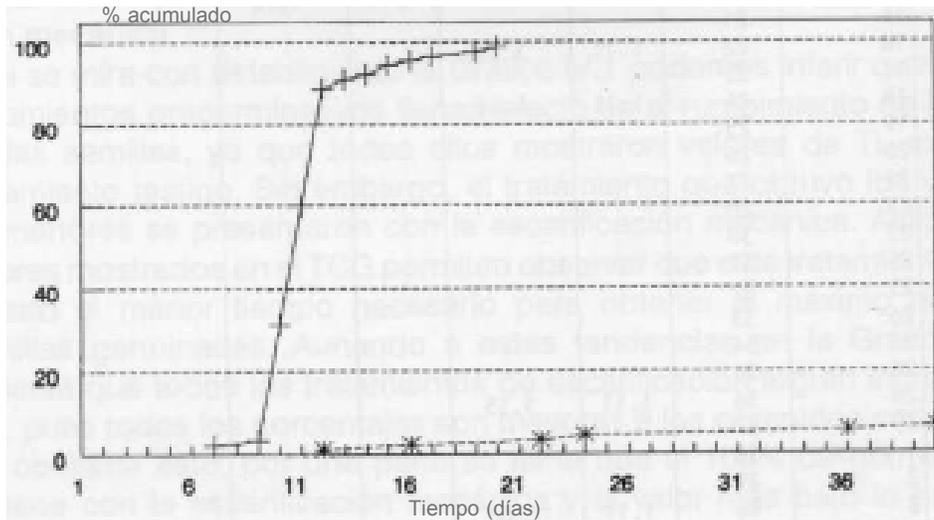
Donde: Testigo (A); y Escarificación mecánica (F).

GRÁFICA IV.3 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DIARIO.
(Tratamiento testigo y escarificación mecánica)



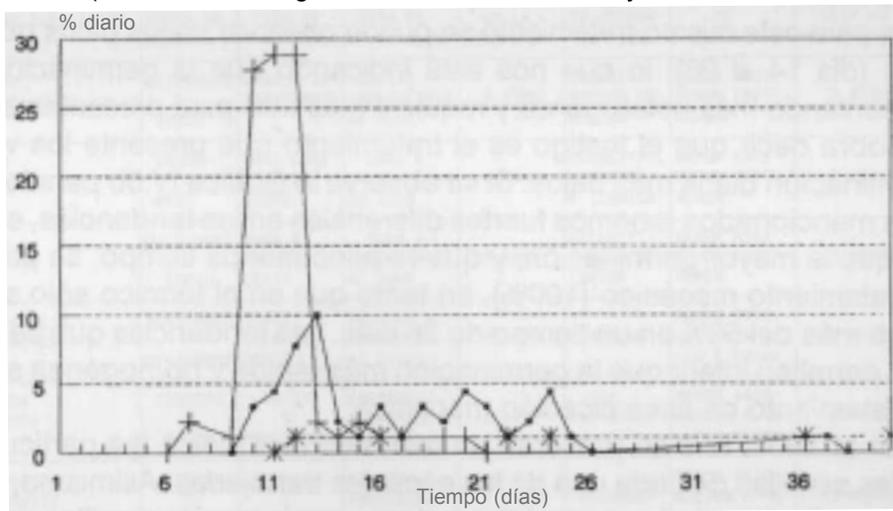
* Testigo + Mecánica

GRÁFICA IV.4 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN ACUMULADO.
(Tratamiento testigo y escarificación mecánica)



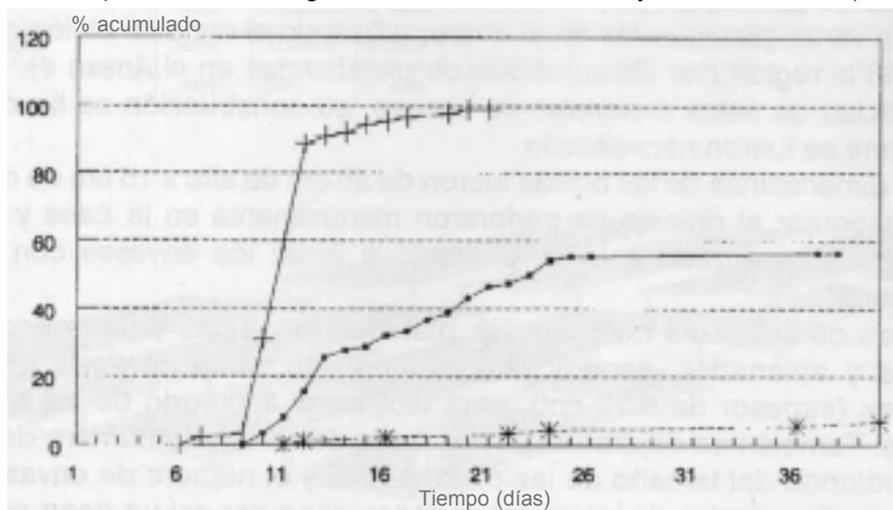
* Testigo + Mecánica

GRÁFICA IV.5A. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DIARIO
 (Tratamiento testigo, escarificación mecánica y térmica de 1min)



* Testigo + Mecánica ● 1 Min ebullición

GRÁFICA IV.5b PORCENTAJE DE GERMINACIÓN ACUMULADO
 (Tratamiento testigo, escarificación mecánica y térmica de 1min.)



* Testigo + Mecánica ● 1 Min ebullición

TABLA IV.9 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ESPECIES PARA SU PRODUCCIÓN.

Nombre científico	Época de colecta	TIPO de vaina	Tipo de testa de la semilla	Viabilidad de la semilla	Tratamiento pregerminativo	Asignación de partes	Tiempo para tala de transplante
<i>Acacia cochliacantha</i>	DIC-ENE	Dura e indehiscente	Dura e impermeable al agua	5 AÑOS	Escarificación mecánica	Mayor raíz menor parte aérea	3 meses
<i>Acacia farnesiana</i>	ENE-MAY	Semi dura y dehiscente	Dura e impermeable	4 AÑOS	Escarificación mecánica y térmica	Mayor raíz menor parte aérea	3 meses
<i>Acacia pennatula</i>	DIC-ENE	Dura e indehiscente	Dura e impermeable al agua	3 AÑOS	Escarificación mecánica	Mayor raíz menor parte aérea	3 meses
<i>Eysenhardtia polystachia</i>	NOV-DIC	Fragil e indehiscente	Delgada y permeable al agua	2 AÑOS	Ninguno	Mayor asignación a tallo y hojas	4 meses
<i>Leucaena esculenta</i>	FEB-MAR	Fragil y dehiscente	Delgada y permeable al agua	2 AÑOS	Ninguno	Mayor asignación a tallo y hojas	3 meses
<i>Leucaena macrophylla</i>	FEB-MAR	Fragil y dehiscente	Delgada y permeable al agua	2 AÑOS	Ninguno	Mayor asignación a tallo y hojas	3 meses
<i>Lysiloma acaulense</i>	FEB-MAR	Fibrosa y dehiscente	Delgada y permeable al agua	2 AÑOS	Ninguno	Mayor asignación a tallo y hojas	4-5 meses
<i>Lysiloma divaricata</i>	DIC-ENE	Fragil y dehiscente	Delgada y permeable al agua	2 AÑOS	Remojo 2 hrs.	Mayor asignación a tallo y hojas	4 meses
<i>Phitecoelobium dulce</i>	ABR-MAY	Delgada y dehiscente	Delgada y permeable	1 AÑO	Ninguno	Igual asignación a raíz y tallo	4 meses
<i>Prosopis juliflora</i>	MAY-ABR	Fibrosa e indehiscente	Delgada y permeable al agua	1 AÑO	Ninguno	Mayor asignación raíz	4 meses

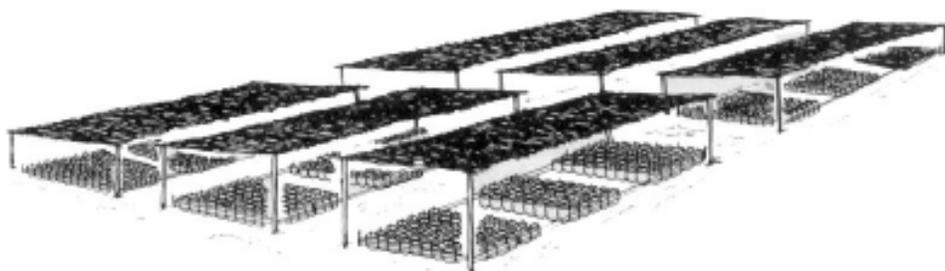


Fig. IV.18 Distribución de envases en las platabandas.

Antes de llevar las bolsas a las platabandas, éstas ya se encontraban limpias y aplanadas, acondicionadas con una cama de tierra de textura arenosa (espesor de 5-10 cm), para facilitar el acomodo de las bolsas en hileras. También se dejaron espacios a cada determinado número de hileras, dependiendo del tamaño de las platabandas y el número de envases, para dejar pasillos dentro de las platabandas y asegurar así un riego adecuado y homogéneo, además de permitir el movimiento de las bolsas con las plántulas (Figura IV.18).

Siembra de las semillas en los envases.

Para la siembra de semillas en los envases se tomaron en cuenta los resultados obtenidos con los tratamientos pregerminativos para la capacidad, velocidad y homogeneidad de germinación. Asimismo, se tuvo cuidado en planear la época para la reforestación, considerando el crecimiento de las plantas en vivero para alcanzar una talla adecuada.

Para obtener las plantas utilizadas en este estudio se usó el método de siembra directa. En la Tabla IV.10 se indica el número de semillas sembradas por bolsa dependiendo de la especie.

TABLA IV.10 NÚMERO DE SEMILLAS POR ESPECIE.

Especie	No. semillas por bolsa
<i>Acacia farnesiana</i> <i>Leucaena esculenta</i> <i>Leucaena macrophylla</i> <i>Lysiloma divaricata</i> <i>Pithecoellobium dulce</i> <i>Prosopis juliflora</i>	1
<i>Acacia cochliacantha</i> <i>Acacia pennatula</i> <i>Lysiloma acapulcensis</i> <i>Eysenhardtia polystochya</i>	2

Previo a la siembra de las semillas, el suelo se saturó de agua.

Una vez que las semillas fueron escarificadas se introdujeron en la tierra a una profundidad de siembra no mayor a 0.5 para el caso del palo dulce y 1 cm para las especies restantes.

Para evitar problemas de altas temperaturas que pudieran dañar a las semillas, la siembra se realizó por la mañana (6-10 a.m.) o por la tarde (5-7 p.m.), pues

en estos horarios la temperatura no es muy alta, y la radiación solar no llega de manera directa a las bolsas, evitando el problema de la evaporación de agua.

Hecha la siembra, el riego se aplicó diariamente, por la mañana o por la tarde. Este no debe aplicarse a la hora del día que presente las más altas temperaturas porque se puede afectar drásticamente la germinación y el crecimiento de las plántulas, provocando incluso su muerte.

El riego se hizo con manguera, cuidando que el chorro de agua no saliera con mucha presión, ya que la fuerza del agua puede ocasionar que la semilla sea desenterrada y quede expuesta, lo que provocaría su desecación.

Es recomendable que si durante los primeros días en que se hizo la siembra se observa una fuerte desecación en las bolsas el riego se haga 2 veces por día, ya que en esta etapa las semillas requieren de grandes cantidades de agua, y la escasez puede ocasionar retraso y heterogeneidad en la germinación. Para evitar la desecación excesiva de los envases la altura de la sombra de las platabandas no excedió a 1.50 m.

8 CUIDADO DE LAS PLÁNTULAS

El desarrollo de las plántulas en el vivero, dependió del cuidado y limpieza que se tuvo con ellas. Por ello se mantuvo un deshierbe continuo de los pasillos de las platabandas y al interior de los envases que evitó problemas de competencia por luz, agua y nutrientes. También se tuvo la precaución de controlar la selección de plántulas, en los casos en que se sembraron varias semillas por envase, dejando solamente una planta por bolsa.

Por otra parte, el deshierbe continuo aseguró tener un mayor control sobre los depredadores de las plántulas como son hormigas y grillos. En este caso notamos que las hormigas “arrieras” pueden afectar fuertemente el vigor de las plantas y hasta causar su muerte, por la excesiva defoliación de las plántulas; por esto, en cuanto se detecten problemas de defoliación, deben buscarse sus nidos para su control.

En esta experiencia el movimiento de plántulas fue de gran utilidad para aquellas especies que presentan una mayor asignación al crecimiento de raíz que a la parte aérea. Asimismo, con esta práctica se aseguró no dañar la raíz al momento de trasladar la planta a la zona de plantación, pues se evitó que enraizaran en el piso de las platabandas (Tabla IV.9).

Como la época de siembra dependió directamente de la plantación, fue necesario considerar el tiempo que la planta tenía que permanecer en el vivero, para obtener la talla necesaria antes del trasplante.

En el calendario de actividades (Tabla IV.11) se hace un resumen que indica claramente el tiempo adecuado para el desarrollo de cada una de estas actividades, así como las particularidades que presentó cada una de las especies con respecto al crecimiento y edad adecuada para el trasplante.

El conocimiento de la demanda de plantas para reforestar fue importante para establecer el plan de trabajo en el vivero y contabilizar los riesgos en la

TABLA IV.11 CALENDARIO DE ACTIVIDADES.

Especie	Preparación de platabandas	Preparación de bolsas	Siembra	Inicio del movimiento de plántulas.
<i>Acacia cochliacantha</i>	3ª. SEMANA DE FEBRERO	1ª. SEMANA DE MARZO	2ª. SEMANA DE MARZO	45 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA DE PLANTULAS
<i>Acacia farnesiana</i>	3ª. SEMANA DE FEBRERO	3ª. SEMANA DE MARZO	4ª. SEMANA DE MARZO	45 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA DE PLANTULAS
<i>Acacia pennatula</i>	3ª. SEMANA DE FEBRERO	2ª. SEMANA DE MARZO	3ª. SEMANA DE MARZO	45 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA DE PLANTULAS
<i>Eysenhardtia polystchya</i>	3ª. SEMANA DE FEBRERO	3ª. SEMANA DE FEBRERO	4ª. SEMANA DE MARZO	60 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA DE PLANTULAS
<i>Leucaena esculenta</i>	3ª. SEMANA DE FEBRERO	3ª. SEMANA DE MARZO	4ª. SEMANA DE MARZO	60 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA DE PLANTULAS
<i>Leucaena macrophylla</i>	3ª. SEMANA DE FEBRERO	3ª. SEMANA DE MARZO	4ª. SEMANA DE MARZO	60 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA DE PLANTULAS
<i>Lysiloma acapulcense</i>	2ª. SEMANA DE FEBRERO	3ª. SEMANA DE FEBRERO	4ª. SEMANA DE FEBRERO	60 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA DE PLANTULAS
<i>Lysiloma divaricatha</i>	2ª. SEMANA DE FEBRERO	3ª. SEMANA DE FEBRERO	4ª. SEMANA DE FEBRERO	60 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA DE PLANTULAS
<i>Pithecoelobium dulce</i>	2ª. SEMANA DE FEBRERO	3ª. SEMANA DE FEBRERO	4ª. SEMANA DE FEBRERO	50 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA DE PLANTULAS
<i>Prosopis juliflora</i>	2ª. SEMANA DE FEBRERO	3ª. SEMANA DE FEBRERO	4ª. SEMANA DE FEBRERO	30 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA DE PLANTULAS

producción. En esta experiencia siempre se consideró manejar un excedente de producción de plantas del 20%. De estas especies se obtuvieron más de 18000 plántulas en un vivero establecido por la Comisión Técnica de Empleo Rural (COTEPER) en la comunidad de Amapilca, el cual tuvo que ser rehabilitado dado que se encontraba abandonado por falta de financiamiento y proyectos institucionales para operar. En la Tabla IV.11 se resume el calendario de actividades de este trabajo. Este se hizo planeando la reforestación a inicios de la época de lluvias.

9 CÓMO SE REFORESTÓ

Las parcelas que se reforestaron fueron cercadas con siete hileras de alambre de púas para excluir al ganado. Previo al cepeado se realizaron trazos de curvas a nivel en cada una de las parcelas, auxiliándose con un nivel montado y estatal (4). La distancia vertical entre curvas de nivel se mantuvo constante (1.5 m), por lo que la distancia horizontal varió entre éstas dependiendo de la pendiente, de forma tal que entre mayor era la pendiente mayor número de líneas de plantación se tenía. En cada curva de nivel se trazaron dos hileras de cepas intercaladas en

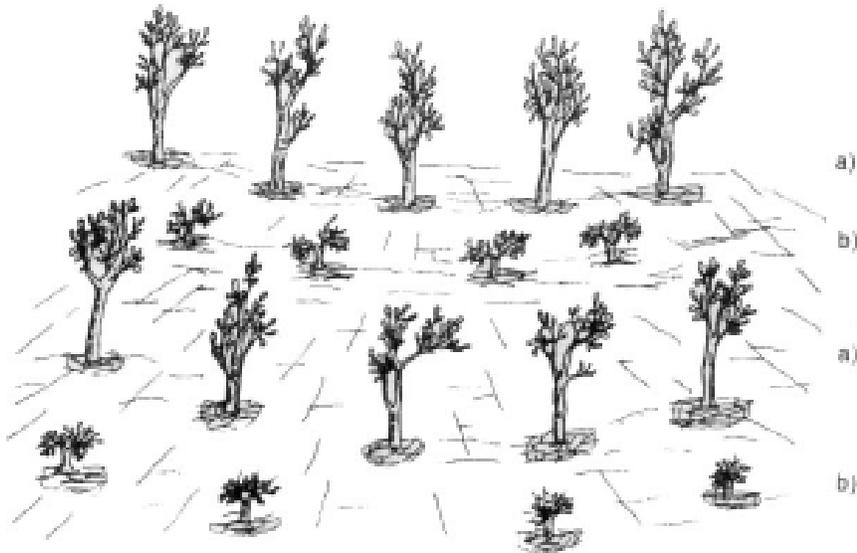


Figura IV.19 Disposición espacial de las especies arbóreas y arbustivas. a) hilera de especies arbóreas; y b) hileras de arbustos.

forma de tresbolillo. La separación entre hileras de una misma curva fue de 1 m y la separación entre cepas de una misma hilera fue de 2 m.

Las cepas se hicieron siguiendo las curvas de nivel y consistieron en hoyos cúbicos de 40 cm por lado. Se mantuvo abierta la cepa por varios días para permitir su aereación y eliminar algunas plagas del suelo.

Se trasplantaron en las cepas aproximadamente 1200 plántulas por hectárea, cuando la época de lluvias estuvo bien establecida. El diseño de la plantación consistió en hileras monoespecíficas sin que las especies se repitieran en hileras cercanas. También se combinaron las especies con crecimiento arbóreo en la hilera superior y las de crecimiento arbustivo en la hilera inferior (Figura IV.19) (42).

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.

El trasplante se realizó al inicio del periodo de lluvias en el mes de junio, en este momento las plantas tenían en promedio tres meses de edad.

Las plantas se llevaron del vivero a los sitios de plantación, cuidando de maltratarlas lo menos posible en el transporte, y trasplantarlas inmediatamente al llegar al terreno, para evitar daños o desecación. El trasplante se realizó con los cuidados que se indican en el apartado III.7 (Trasplante).

10 EVALUACIÓN DE LA REFORESTACIÓN

Con el fin de evaluar el desarrollo de esta reforestación y sus efectos en las parcelas, se dio seguimiento a tres importantes factores; sobrevivencia y crecimiento

de la vegetación introducida y cambios en los componentes fisicoquímicos del suelo.

a) *Sobrevivencia y crecimiento*

La evaluación de la sobrevivencia y el crecimiento se llevó a cabo por medio de registros bimestrales durante un año, considerándose sus diferentes épocas (secas de invierno, secas cálidas y lluvias).

Para la sobrevivencia se realizó un censo en cada parcela y para el crecimiento se marcaron de manera sistemática 10 individuos por hilera (marcando 1 de cada 3 individuos para cada una de las hileras), a los cuales se les midió la altura, longitud y cobertura. Los resultados obtenidos se analizaron por parcela, y por especie dentro de cada parcela.

La sobrevivencia al final del muestreo, considerando todas las especies fue significativamente diferente en las 3 parcelas, siendo mayor en la Loma (93%), intermedia en la Jolla (33%) y nula en la ladera escarpada (8%). La mortalidad en las dos últimas fue muy drástica, a partir de la sequía cálida previa a las lluvias. En todos los casos las especies del género *Acacia* fueron las que mayor sobrevivencia mostraron, es decir el grupo de especies arbustivas predominantes en las áreas de perturbación continua de la selva baja caducifolia. Por el contrario, las especies características de zonas de vegetación primaria y estadios tardíos de vegetación secundaria, presentaron una mayor mortandad, como es el caso de las especies del género *Leucaena* y *Lysiloma* (Tabla IV.12).

En lo referente al crecimiento, en todas las especies fue muy limitado. La longitud y altura se comportaron de manera constante a lo largo del año y la cobertura registró una disminución durante las secas, alcanzando su talla máxima en las lluvias. Al comparar los valores finales e iniciales de cada especie, se observa que en pocos casos hay aumentos significativos e incluso en algunos se registró decremento, lo cual pudo debese al ramoneo de los chivos que no pudo eliminarse por completo (42).

TABLA IV.12 PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LAS ESPECIES POR PARCELA.

Especie	Loma	Jolla	Ladera
<i>Acacia cochliacanta</i>	100	*	20
<i>A. pennatula</i>	93	43	5
<i>A. farnesiana</i>	89	59	13
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	88	8	*
<i>L. divaricata</i>	83	23	3
<i>Leucaena esculenta</i>	82	23	9
<i>L. macrophylla</i>	48	10	2

Donde: *= especie que no se introdujo en la parcela.

b) Cambios en el suelo.

Para evaluar las condiciones de deterioro en que se encontraba el suelo a reforestar, y evaluar los cambios que podrían ocurrir después de reforestar, se realizaron muestreos de suelo. Las muestras fueron sometidas a análisis químicos y físicos en laboratorio.

Los resultados muestran fuertes diferencias edáficas entre las 3 parcelas, las cuales representan las diferencias originales de formación (litología y geoforma) y de historia de uso. Asimismo, se encuentran diferencias en cuanto a las condiciones de deterioro que cada una de ellas muestra. La parcela con mayor tiempo de abandono mostró mayor contenidos de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y mejores características físicas del suelo como son: textura, estructura y agregados (Cervantes, V.; datos no publicados). Estos estudios han tenido seguimiento para evaluar los cambios en el suelo a través del tiempo, una vez realizada la reforestación sin embargo, hasta la fecha no hay efectos claros de la reforestación.

Las conclusiones más importantes de esta experiencia de reforestación son:

- La reforestación con especies nativas es más adecuada para sitios que tienen mayor tiempo de abandono y presentan una vegetación herbácea establecida.
- La sobrevivencia de las especies fue diferente en todos los sitios reforestados, las especies del género *Acacia* fueron las más exitosas en todos los casos de esta reforestación (Tabla IV.12).
- En cuanto a las diferencias edáficas de las parcelas podemos decir que hasta el momento no hay un efecto claro de la reforestación, y que las diferencias existentes son probablemente el resultado del origen del suelo y su historia de uso.

De los puntos anteriores surgen algunas reflexiones sobre la reforestación como un medio para lograr la restauración ambiental.

En primer término se tiene que la reforestación es una acción cuyos resultados e impactos no pueden ser evaluados a corto plazo, por tal motivo se requiere hacer un seguimiento de aquellos indicadores que reflejen la recuperación de los terrenos. Los resultados aquí mostrados no son más que el inicio de este proceso y será necesario seguir su desarrollo.

Los resultados obtenidos hasta la fecha, indican que las estrategias de restauración deben ser acordes con las condiciones particulares de los terrenos, de acuerdo a sus condiciones edáficas, climáticas y su historia de uso. Esto no significa que en el extremo, a cada parcela corresponda una estrategia de restauración, pero que un solo modelo pueda ser generalizado indiscriminadamente, como ha sido el caso de las experiencias masivas que se han realizado en México y otros países.