

367

ASPECTOS DEMOGRAFICOS DE SEMILLAS Y PLANTULAS DE JOJOBA  
. {Simmondsia chinensis (Link) Schneider}.

Tesis

Sometida a la consideración de la  
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Francisco Elisandro Molina Freaner

Como requisito parcial para obtener  
el título de Ingeniero Agrónomo.

Julio de 1980.

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## RECONOCIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento al Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora por la ayuda prestada en la realización del presente trabajo, en especial a Alejandro Castellanos V. por su valiosa ayuda y dirección.

## INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.. . . . .	1
✓ LITERATURA REVISADA. . . . .	3
✓ MATERIAL Y METODOS. . . . .	51
RESULTADOS Y DISCUSION. . . . .	71
RESUMEN Y CONCLUSIONES. . . . .	108
✓ BIBLIOGRAFIA. . . . .	111

## INDICE DE CUADROS.

	Pág.
<u>Cuadro 1.-</u> Contenido de semillas en el suelo de varias comunidades desérticas. ....	7
<u>Cuadro 2.-</u> Germinación y sobrevivencia en plántulas de <i>Cercidium microphyllum</i> (palo verde) , en un área de 557 m <sup>2</sup> por 9 años. Tomado de Shreve ( 63 ). ....	34
<u>Cuadro 3.-</u> Datos climatológicos de Puerto Libertad --- (promedio de 6 años). Tomado de Hastings y Humphrey ( 24 ). ....	54
<u>Cuadro 4.-</u> Datos climatológicos de Puerto Libertad --- ( 1978-1979 ). ....	54
<u>Cuadro 5.-</u> Datos climatológicos del área experimental ( 1978-1979 ). ....	54
<u>Cuadro 6.-</u> Resultados del análisis de 2 muestras de -- suelo de la comunidad estudiada. ....	54
<u>Cuadro 7.-</u> Cobertura en m <sup>2</sup> de plantas protectoras y -- sus parcelas asignadas. ....	68
<u>Cuadro 8.-</u> Destino de las semillas de jojoba, en los cuatro tratamientos. (LF=Latencia forzada. LI=Latencia inducida. M=Muestras.)(Media de Cuatro repeticiones). ....	72
<u>Cuadro 9.-</u> Análisis de varianza para depredación de semillas de jojoba. ....	75
<u>Cuadro 10.</u> Diferencias del crecimiento en la población de plántulas de jojoba, en 2 períodos.....	89
<u>Cuadro 11.</u> Porcentajes de plántulas de jojoba con diferente número de ramificaciones, en tres - diferentes fechas. ....	91
<u>Cuadro 12.</u> Análisis de varianza para sobrevivencia de plántulas de jojoba, al 28 de Marzo de 1979. ....	91
<u>Cuadro 13.</u> Prueba de independencia entre densidades, - sobrevivencia y niveles de exposición a la depredación en las plántulas de jojoba --- ( Prueba de G ). ....	91
<u>Cuadro 14.</u> Altura y número de hojas promedio de las -- plántulas de jojoba, en los 4 niveles de -- exposición a la depredación a través del -- tiempo. ....	98
<u>Cuadro 15.</u> Agentes responsables de la mortalidad de -- plántulas de jojoba, en cada nivel de exposición a la depredación, a los 257 días después del trasplante. ....	98

INDICE DE FIGURAS Y FOTOS

	Pag.
<u>Figura 1.-</u> Curvas de sobrevivencia en plántulas de <u>Cercidium microphyllum</u> (palo verde), germinadas en diferentes años. Tomado de Shreve (63) . . . . .	34
<u>Figura 2.-</u> Curvas de sobrevivencia en plántulas de <u>Prosopis juliflora</u> var. <u>velutina</u> (mesquite), bajo tres condiciones de exclusión. Tomado de Paulsen (46) . . . . .	36
<u>Figura 3.-</u> Curvas de sobrevivencia en plántulas de <u>Carnegiea gigantea</u> (saguaro), bajo diferentes condiciones. Tomado de Turner et.al. (75) . . . . .	40
<u>Figura 4.-</u> Curvas de sobrevivencia en plántulas de <u>Carnegiea gigantea</u> (saguaro), bajo diferentes condiciones. Tomado de Turner et.al. (74) . . . . .	41
<u>Figura 5.-</u> Curva de sobrevivencia en plántulas de <u>Larrea tridentata</u> (hediondilla). Tomado de Sheps (57) . . . . .	44
<u>Figura 6.-</u> Curvas de sobrevivencia en plántulas de <u>Simmondsia chinensis</u> (jojoba), en diferentes localidades. Tomado de Murrieta y Castellanos (39) y Sherbrooke (59) . . . . .	44
<u>Figura 7.-</u> Marcha de la temperatura y precipitación media mensual de Puerto Libertad. Tomado de Hastings y Humphrey (24) . . . . .	53
<u>Figura 8.-</u> Marcha de la temperatura y precipitación mensual de Puerto Libertad (1978-1979) . . . . .	53
<u>Figura 9.-</u> Marcha de la temperatura y precipitación mensual del área experimental (1978-1979) . . . . .	53
<u>Figura 10.-</u> Cambios numéricos de las diferentes fracciones del banco de semillas introducido (D= fracción depredada. L= Fracción en estado latente. G= fracción germinada) . . . . .	73
<u>Figura 11.-</u> Curva de humedad del suelo para los sitios con semillas de jojoba . . . . .	75
<u>Figura 12.-</u> Destino del banco de semillas de jojoba para las condiciones de la comunidad estudiada . . . . .	78
<u>Figura 13.-</u> Histogramas de altura, número de hojas y área foliar de las plántulas de jojoba transplantadas . . . . .	80
<u>Figura 14.-</u> Curva de humedad del suelo para los sitios con plántulas de jojoba durante el periodo de estudio . . . . .	81
<u>Figura 15.-</u> Curva de sobrevivencia para la población de plántulas de jojoba transplantadas . . . . .	83

<u>Figura 16.-</u>	Curva de mortalidad para la población de plántulas durante el período de estudio. . . . .	83
<u>Figura 17.-</u>	Histogramas de número de hojas de las plántulas de jojoba para dos fechas. . . . .	87
<u>Figura 18.-</u>	Curvas de sobrevivencia en plántulas de jojoba, para cada nivel de exposición a la depredación. . . . .	94
<u>Figura 19.-</u>	Curvas de mortalidad acumulativa en plántulas de jojoba, para cada nivel de exposición a la depredación. . . . .	94
<u>Figura 20.-</u>	Relación de sobrevivencia de plántulas de jojoba con número de hojas y área foliar (líneas trazadas por inspección). . . . .	96
<u>Figura 21.-</u>	Altura y número de hojas promedio, a través del tiempo para cada nivel de exposición a la depredación. . . . .	99
<u>Figura 22.-</u>	Factores que contribuyeron en la mortalidad de plántulas de jojoba, para cada nivel de exposición a la depredación. . . . .	102
<u>Figura 23.-</u>	Flujo numérico de individuos, de semilla a plántula de cuatro años en jojoba. . . . .	106
<u>Foto 1.-</u>	Estructura usada para excluir aves y mamíferos grandes. . .	58
<u>Foto 2.-</u>	Cuadrícula de 12 subdivisiones insertada en las varillas enterradas. Tubo utilizado en la siembra de semillas. . . . .	58
<u>Foto 3.-</u>	Procedimiento de introducción de las semillas . . . . .	61
<u>Foto 4.-</u>	Semillas de jojoba de una subdivisión de la cuadrícula. . .	61
<u>Foto 5.-</u>	Nivel A de exposición a la depredación (completamente excluidas). . . . .	64
<u>Foto 6.-</u>	Nivel B de exposición a la depredación (techadas). . . . .	64
<u>Foto 7.-</u>	Nivel F de exposición a la depredación (testigo). . . . .	66
<u>Foto 8.-</u>	Planta protectora con sus parcelas asignadas. . . . .	66

## INTRODUCCION.

Una de las formas de mantener y/o manipular la cubierta vegetal de comunidades perturbadas es mediante prácticas de establecimiento artificial de plantas útiles.

Los objetivos de una repoblación generalmente van encaminados a lograr un mayor aprovechamiento, desde el punto de vista humano, de las diferentes comunidades vegetales ya sea utilizando resiembras ó transplantes. Esta puede llevarse a cabo mediante el reemplazo de especies de escaso ó nulo valor económico por especies altamente deseables como lo son las especies forrajeras (8), siendo a menudo el único medio práctico de restauración de hábitats sujetos a pastoreo, en los que las especies de alta gustosidad han ó empiezan a desaparecer (38).

En ocasiones esta repoblación se efectúa utilizando especies nativas dominantes dentro de la vegetación original que han sido destruídas o desplazadas debido principalmente a fuertes disturbios ocasionados por la actividad humana(18) ó por pérdida del vigor en algunos casos por exceso de presión del pastoreo.

En comunidades naturales (no perturbadas) una repoblación puede tener como objeto el tratar de incrementar la densidad de una ó varias especies deseables, así como evaluar los principales factores que interactúan en el estable



cimiento de las especies,

En el presente trabajo, tendiente al conocimiento de los principales factores que afectan al banco de semillas y el establecimiento de plántulas de jojoba (Simmondsia chinensis (Link) Schneider ), se planteó como objetivos el tratar de determinar el destino de un banco artificial de semillas, así como el detectar y cuantificar las causas de la mortalidad de plántulas.

La utilización de jojoba para el presente estudio obedece al potencial de aprovechamiento de un recurso silvestre del Desierto Sonorense, que se presenta como una alternativa de uso de la riqueza florística de la región, sin necesidad de cambios drásticos dentro de las comunidades vegetales como serían la destrucción de las mismas para adecuar el medio a especies extrañas del mismo.

El presente trabajo, forma parte de un proyecto más amplio del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (C.I.C.T.U.S.), tendiente al conocimiento de la biología de jojoba.

## LITERATURA REVISADA.

## I.- Semillas.

## A.- Banco de semillas.

Las poblaciones de plantas que se reproducen --- sexualmente pueden ser divididas en 2 fracciones: la fracción- que se encuentra en crecimiento activo y que comprende indivi - duos que se encuentran en distintos estados de desarrollo que - van desde plántulas hasta individuos reproductivos y la frac--- ción latente que comprende individuos que están en forma de se- millas vivas pero latentes en el suelo.

Ambas fracciones constituyen distintas fases del ciclo de vida de una planta y poseen características propias. - Para aquéllas especies que se reproducen sexualmente el banco - de semillas (conjunto de semillas viables en el suelo, que pue- de estar referido a una población ó a la comunidad), representa una de las fases más importantes del ciclo de vida, donde suce- den una serie de eventos demográficos muy importantes que tie- nen influencia en el comportamiento de la población que se en- cuentra en crecimiento activo y viceversa. El banco de semillas constituye la única fuente de abastecimiento de nuevos indivi - duos a la población en crecimiento (en aquéllas especies que se reproducen solo sexualmente); de ahí que en cualquier intento por -- discutir la dinámica de las poblaciones de plantas deberá tomar en consideración los diferentes parámetros que afectan al banco de semillas del suelo (19, 23, 53).

En la mayoría de los hábitats ocupados por las - plantas superiores, el número de individuos presentes como pro-

párgulos latentes (semillas) excede ampliamente a el número presente como plantas en crecimiento, (21).

El banco de semillas está compuesto en parte, por las semillas producidas en el área y parte por las semillas que llegan de otras áreas, las cuales normalmente llegan al suelo en condición latente (21).

Las semillas son continuamente agregadas al banco de semillas por la lluvia de semillas (el inóculo de propárgulos de diversas fuentes que llegan a un área determinada), y así representan tanto un registro de la sucesión como de la vegetación presente. Además constituyen una fuente para el inicio de la sucesión secundaria, si la vegetación existente es destruída (Vegetación Potencial) (21).

#### 1.- Contenido de semillas en el suelo.

El tamaño y aún la presencia del banco de semillas en el suelo varía con las especies y está relacionado con las estrategias del ciclo de vida de las poblaciones vegetales (el patrón de asignación de energía en el espacio y tiempo por una especie). Harper (21) y Guevara (19) reportan algunas de las estimaciones que se han hecho del contenido de semillas de suelos agrícolas, suelos de bosques de clima templado, pastizales y selvas tropicales.

Para suelos agrícolas las estimaciones que se han hecho del banco de semillas han mostrado la dominancia de pocas especies. Brenchley y Warrington (6) encontraron un total de  $391 \times 10^6$  de semillas viables por hectárea ( 46 especies presentes) de las cuales un 71% aproximadamente correspondían a Papaver spp. Roberts(49)

encontró valores tan altos como  $420 \times 10^6$  de semillas viables por hectárea, donde 4 especies representaron el 70% de todas las semillas viables presentes a través de 4 años.

En bosques de coníferas se han hecho varios trabajos.. Olmsted y Curtis (45) para un bosque en el estado de Maine (E.U.) encontraron valores de  $.053 \times 10^6$  hasta  $1.6 \times 10^6$  semillas viables por hectárea. Kellman (28) en un bosque del estado de Columbia Británica encontró un contenido de  $10.16 \times 10^6$  semillas viables por hectárea (19 especies presentes). Es de considerable interés que, en ambos casos, la composición florística de las semillas encontradas difería marcadamente de la vegetación en crecimiento {solo 3 especies de las 19 presentes como semilla se encontraba representadas en el bosque en el caso de Kellman (28)}, de tal forma que muchas de las especies presentes como semillas no estaban representadas en la vegetación y viceversa.

Al respecto, Harper (21) menciona que las poblaciones de semillas de los suelos de comunidades maduras o climax generalmente contienen un registro vivo de la historia de la sucesión, en donde, por lo general las especies pioneras de la sucesión comunmente permanecen latentes, listas para iniciar la sucesión secundaria después de que algún evento (fuego, huracán, herbicidas) perturbe el sistema maduro. Más aún, existen evidencias de que las especies de tipo arvense y aquéllas que ocupan fases tempranas en la sucesión (colonizadoras), realizan un gran esfuerzo reproductivo { la proporción de la biomasa producida que es asignada a la reproducción sexual (31)}, expresa-

do por lo general por la producción de grandes cantidades de semillas, las que estarán numéricamente mejor representadas en el suelo (especies-r) que aquéllas especies que tienen hábitats más estables en las fases posteriores de la sucesión, las cuales por dedicar una gran proporción de su energía disponible al mantenimiento de sus órganos vegetativos (especies-k) poseen valores más bajos de esfuerzo reproductivo (21, 22).

Para comunidades desérticas, los trabajos de Went y colaboradores (27, 76, 77, 78) y los de Tevis (69, 70, 71) aportaron evidencias acerca del contenido y composición florística de las semillas viables del suelo de varias comunidades del Desierto Sonorense y del Desierto de Mojave en California. En tales trabajos se hace evidente, además del control ejercido por la temperatura y precipitación en la germinación, densidad y composición florística de las anuales, la predominancia de las especies anuales sobre las perennes en el banco de semillas.

Recientemente Childs & Goodall (9) y Goodall & Morgan (17) han aportado datos haciendo énfasis en su distribución espacial y Nelson & Chew (41) en su variación temporal. El Cuadro 1 muestra el contenido de semillas en el suelo de varias comunidades desérticas. Cabe hacer notar que el número de semillas presente en las comunidades es variable dentro del año y entre años, por lo que es importante considerar su naturaleza dinámica.

Cuadro 1. Contenido de semillas en el suelo de varias comunidades desérticas.

Lugar	Desierto	No. de semillas/Ha.	Autor
Palm Springs, Cal.	Mojave	250 x 10 <sup>6</sup>	Went (77)
Death Valley, Cal.	Mojave	5 x 10 <sup>6</sup>	Went y Westergaard (78)
Rcho. Señora del Lago, Cal.	Sonorense	8.35 x 10 <sup>6</sup>	Tervis (69)
Rcho. Señora del Lago, Cal.	Sonorense	3583 x 10 <sup>6</sup>	Tervis (71)
Rock Valley, Nevada.	Mojave	4.27 x 10 <sup>6</sup>	Childs y Goodall (9)
Silverbell, Ariz.	Sonorense	330.9 x 10 <sup>6</sup>	Childs y Goodall (9)
Jornada, Nuevo México	Chihuahuense	13.78-394.9 x 10 <sup>6</sup>	Goodall y Morgan (17)
Cercano a Tucson, Ariz.	Sonorense	2.8 x 10 <sup>6</sup>	Reichman (1974), citado por Nelson y Chew (41)
Rock Valley, Nevada	Mojave	8.02-187.5 x 10 <sup>6</sup>	Nelson y Chew (41).

## 2.- Distribución espacial,

Al respecto, los trabajos de Childs & Goodall (9) y Goodall & Morgan (17) han aportado información para comunidades desérticas. Se ha encontrado una tendencia de disminución del contenido de semillas hacia mayor profundidad. Un gran porcentaje de las semillas se encuentran en los primeros 5 cm de suelo: en una comunidad del Desierto de Mojave (Nevada) el 97% del contenido total de semillas se encontraba en los primeros 5 cm, en una comunidad del Desierto Sonorense (Arizona) el 82% y en una comunidad del Desierto Chihuahuense (Nuevo México) el 89.3%.

Se han encontrado diferencias entre el contenido de semillas de sitios bajo especies perennes y sitios abiertos, al menos en 2 comunidades. En la comunidad del Desierto de Mojave la diferencia fue muy notable (también encontrada por Nelson y Chew (41): "el contenido de semillas fue al menos 5 veces mayor en áreas bajo arbustos que en áreas abiertas"). En la comunidad del Desierto Sonorense la diferencia fue menos marcada y para 2 especies de Bouteloua el contenido fue mayor en sitios abiertos. En la comunidad del Desierto Chihuahuense no se encontraron diferencias.

Bajo ciertas especies perennes, en las 3 comunidades, hubo una reducción significativa en el contenido de semillas del centro hacia la periferia de la copa (9, 17). En la comunidad del Desierto de Mojave, Nelson y Chew (41) encontraron una correlación significativa (+) entre densidad de semillas y tamaño de la copa. Además, las semillas de las especies perennes fueron más abundantes bajo su misma copa.

B.- Destino del banco de semillas.

Las semillas que forman parte del banco pueden tener los siguientes destinos principales:

- i).- Persistir como componentes del banco en forma de semillas viables a través de la latencia.
- ii).- Morir. Los agentes que causan mortalidad en semillas son muy diversos: depredación, parasitismo, pérdida de la viabilidad.
- iii).- Germinar.

El primer destino implica persistencia de la semilla en el suelo y los otros dos, pérdidas del banco de semillas (19 ).

1.- Persistencia de las semillas en el suelo.

Una vez que las semillas escapan a la depredación, la persistencia de las mismas en el suelo depende de sus características de latencia y Viabilidad (19 ).

a).- Latencia.

En el ciclo de vida de la mayoría de los organismos usualmente hay un estado de reposo, período en el que el metabolismo disminuye considerablemente. Este período de reposo ocurre usualmente durante condiciones desfavorables, que es cuando los organismos optan por entrar a una fase mas resistente a las condiciones ambientales. Entre las especies animales esta fase (letargo) es posible encontrarla en muy diversos puntos del ciclo de vida. En plantas, la fase de dispersión es usualmente latente (21).



La latencia permite a las poblaciones de semillas acumularse y persistir en el suelo. Además, habilita a los miembros de una población a permanecer al resguardo de peligros ambientales periódicos o esporádicos, asegurando la sobrevivencia de la población en las estaciones desfavorables a las cuales el crecimiento de las plántulas no está adaptado (22).

Harper (21) distingue tres tipos de latencia: latencia innata, latencia inducida y latencia forzada. La latencia innata se encuentra en aquellas semillas que no pueden germinar debido a la inmadurez del embrión ó a alguna propiedad del endospermo. Latencia inducida es aquella adquirida por las semillas después de la madurez causada por algún factor adverso (carencia de oxígeno, exceso de  $CO_2$ , etc.). La latencia forzada es un tipo de latencia causado por un agente puramente ambiental (humedad, temperatura, etc.). Estas tres categorías de latencia no son completamente satisfactorias, pero son útiles particularmente en un contexto poblacional (21).

b).- Viabilidad.

La duración de la viabilidad varía con las estrategias del ciclo de vida de las diferentes especies y las características del ambiente. Existe una gran variación entre especies, en cuanto a la tasa de pérdida de la viabilidad de semillas, enterradas en el suelo (12, 13, 29) y bajo condiciones húmedas (11).

El primer intento y quizá el mas conocido por conocer la extensión de tiempo que las semillas enterradas en el suelo son capaces de retener su viabilidad (longevidad) fué el experimento iniciado por Beal en 1879 (Michigan, E.U.) donde se enterraron semillas de 23 especies, de las que 80 años después, 3 especies retuvieron su viabilidad (12) y solo una especie permaneció viable a los 90 años de enterrada (29).

Ødum (1965) citado por Harper y White (23) menciona los casos de semillas de Chenopodium album y Spergula arvensis, viables aún después de 1600 años de enterrados.

Existen evidencias de que las semillas de especies arvenses pueden permanecer viables de 50 a 70 años en suelos no perturbados {Roberts 1970, citado por Harper y White (23)}. Sin embargo la perturbación (cultivo) reduce considerablemente la longevidad y aumenta la tasa de pérdida de semillas del suelo (50, 51).

Las especies de árboles tropicales características de la selva primaria tienen semillas poco longevas; aún en condiciones de almacenaje artificial la longevidad de las semillas de muchos árboles tropicales es medida en semanas ó meses mas que en años, pero las semillas de especies secundarias en la selva tropical pueden persistir en el suelo durante largos periodos de tiempo {Richards 1952, Moreno-Casasola 1973, 1976. Citados por Guevara (19)}.

En la literatura sobre viabilidad de semillas de perennes xerófilas dominan los casos de viabilidad bajo condiciones artificiales de almacenamiento. Así, Gentry (16) sugiere que las semillas de jojoba retienen su viabili -

dad por muchos años, ya que menciona el caso de un lote de semillas almacenadas, de 11 años de edad, que dieron un porcentaje de germinación de 38%, comparado con 99% y 98% para semillas de 6 meses y 2 años respectivamente. Almacenadas a 1.6°C de 10-12 años, la viabilidad casi no disminuye (42). Martin (34) para semillas de Larrea tridentata (hediondilla) menciona que la viabilidad después de 4 años, bajo condiciones secas y a temperaturas de laboratorio disminuye poco. Para Prosopis juliflora (mezquite), Martin y Alexander (35) mencionan que las semillas (a temperatura de laboratorio) probablemente permanecen viables por muchos años. Las semillas de P. juliflora var. velutina pueden permanecer viables por 44 años bajo las condiciones de un herbario (32). Las semillas de Carnegiea gigantea (saguaro) dan porcentajes de germinación de 4 a 51% después de 10 años de almacenamiento bajo condiciones secas y a 25°C (1).

Sin embargo, son escasos los estudios hechos con el enfoque usado por Tschirley y Martin (73) para Prosopis juliflora var. velutina, en el que se toman en cuenta los factores físicos que afectan la viabilidad de las semillas bajo las condiciones propias de una comunidad vegetal. El decaimiento de las semillas llegó a 90% en los primeros 10 años y solo una semilla retuvo su viabilidad por 20 años, enterrada en el suelo (33).

Harper (21) menciona que de la literatura existente sobre longevidad de semillas se pueden sacar ciertas generalizaciones.

1).- Las semillas longevas son características de hábitats perturbados.

- ii).- La mayoría de las semillas longevas son de especies a nuales y bianuales.
- iii).- Las semillas pequeñas tienden a poseer mayor longevidad que las semillas grandes y las semillas muy grandes poseen una vida muy corta.
- iv).- Las semillas de las especies características de las selvas tropicales maduras poseen una vida muy corta.

Roberts(48) ha demostrado la existencia de una relación directa entre contenido de humedad de semillas y temperatura con período de viabilidad para varias especies domesticadas. Schafer y Chilcote (55) mencionan que la pérdida de viabilidad en semillas enterradas aumenta a mayor temperatura y contenido de humedad del suelo; de ahí que Harper (21) sugiera que los cambios en las condiciones ambientales que afectan los factores críticos, temperatura y humedad del suelo, se verán reflejados en cambios en la densidad de semillas viables que permanecen el banco de semillas.

## 2 .- Pérdidas del banco de semillas.

Las pérdidas del banco de semillas se deben a la depredación y germinación principalmente. Otras salidas del banco se deben al parasitismo y a la pérdida de viabilidad.

Se han hecho mediciones de las tasas de pérdida de semillas en suelos agrícolas en las que se ha encontrado un decaimiento logarítmico lineal del banco a través del tiempo para suelos perturbados y no perturbados, cuando se ha impedido la entrada de nuevas semillas al suelo. Tal tasa de pérdidas, se

ha estimado, llevaría de 10 a 18 años para eliminar el 99% de las semillas iniciales (50,51).

a).- Depredación.

La depredación de semillas por agentes bióticos constituye a menudo el principal destino de las semillas del banco. Janzen (26) considera que los depredadores de semillas están restringidos a insectos, mamíferos y aves. Este mismo autor considera que el número de semillas que son depredadas depende de una serie de factores tales como forma, tamaño, toxicidad, época de dispersión, agentes de dispersión, distancia métrica con respecto a la planta progenitora y densidad de semillas.

En semillas, donde el espacio (=peso=reservas) es un recurso limitante, no es sorprendente encontrar que la selección natural ha favorecido el uso de compuestos tóxicos que son simultáneamente productos de reserva. Los compuestos secundarios en semillas provocan una gran selectividad en sus depredadores (26). Seigler y Price (56) dan evidencias de que los compuestos secundarios son transformados por algunas semillas en germinación y usados en el crecimiento de las plántulas.

Elliger et.al.(14) aislaron un glucósido raro - Simmondsina de la semilla de Simmondsia chinensis el cual inhibió la alimentación de ratas bajo laboratorio. Sin embargo, la toxicidad oral es baja (LD 50 > 4 gr./Kg.), por lo que Booth et.al.(5) han propuesto que la toxicidad puede resultar de una conversión metabólica de la Simmondsina a un derivado Bencilcianida, el cual posee una mayor toxicidad.

Por lo general las semillas poseen un alto valor nutritivo por unidad de volumen, y debido a esto representan una muy importante fuente de alimento para los herbívoros de una comunidad. Al nivel de comunidades desérticas existen datos cuantitativos sobre depredación de semillas. Para una comunidad dentro del desierto Sonorense, Tevis (71) menciona que las colonias de la hormiga -- Veromessor pergandei pueden consumir  $37 \times 10^6$  semillas/ha/año de las cuales el 90% comprendía solo a 3 especies. Sin embargo tal cantidad no afecta seriamente el banco de semillas de la comunidad, ya que la producción estimada es del orden de  $3583 \times 10^6$  por hectárea. Para una comunidad dentro del Desierto de Mojave; Nelson y Chew (41) encontraron una disminución diferencial en el contenido de semillas en el año, dependiendo de la densidad de roedores. De Octubre (1972) a Octubre (1973), el roedor Perognathus formosus comsumió, en un área de alta densidad de esta especie, 28.4 Kg. de semillas /ha.. Sin embargo el consumo por roedores representó del 30 al 80% de la disminución de semillas en la comunidad durante el período de estudio.

Al nivel poblacional (para condiciones áridas) son escasos los estudios en los que se han hecho estimaciones del porcentaje que representa la fracción que es depredada con respecto al banco de semillas de la especie; estos se refieren más bien a la identificación de los agentes depredadores. Para Carnegiea gigantea, Steenbergh y Lowe (68) mencionan una gran depredación de semillas por aves, insectos y mamíferos. Para jojoba, Gentry (16) menciona una serie de insectos, mamíferos y aves que se comportan como depredadores de semillas. ----

Sherbrooke (58) encontró que solo una especie (Perognathus baileyi), de los 4 roedores capturados en una comunidad, pudo vivir con una dieta a base de semillas de S. chinensis. Este autor sugiere que los cianoglucósidos de la semilla de jojoba, funcionan como un mecanismo de defensa contra la depredación de semilla. Considera que el único roedor que pudo vivir a base de jojoba posee un mecanismo desintoxicante específico que le permite incorporar las semillas a su dieta, por lo que sugiere una relación coevolutiva entre S. chinensis y P. baileyi ya que al parecer el desarrollo del mecanismo desintoxicante (a través de alguna enzima específica o por medio de una flora intestinal distintiva) pudo haber sido una respuesta adaptativa al desarrollo de la toxicidad por jojoba. Considera que la distribución de ambos es cercanamente coincidente aunque reconoce que la relación no es de dependencia.

b).- Germinación.

De entre el vasto número de semillas presentes en el suelo y las que llegan a la superficie, solo una pequeña fracción germina para dar lugar a una población de plántulas. En un sentido amplio, el número de semillas que germina puede ser considerado como función del número de "sitios propicios" ofrecidos por el medio ambiente. Un "sitio propicio" es visto como la zona que provee de:

- i).- El estímulo requerido para el rompimiento de la latencia de la semilla.

- ii).- Los recursos (agua y Oxígeno) que son consumidos en el curso de la germinación.
- iii).- Es también aquel en el que los riesgos específicos -- están excluidos (depredadores, competidores, constituyentes tóxicos del suelo y patógenos de pre-emergencia) (21).

Así, una población de alguna especie particular puede estar ausente de un área, ya sea porque ésta no ofrece -- "sitios propicios", aún con una gran cantidad de semilla presente ó debido a la ausencia de semillas, aunque los "sitios propicios" sean abundantes. Las diferentes densidades de plántulas pueden ser resultado de diferentes densidades de semillas depositadas en un ambiente uniformemente "propicio" ó a la diferente frecuencia de "sitios propicios" cuando la semilla es abundante. El reclutamiento de plántulas de las semillas disponibles, es determinado por este "tamiz ambiental" (una rejilla ambiental de sitios "propicios" y "no propicios") (21).

Ha sido demostrado que aún en un ambiente homogéneo (controlado), el número de semillas que es reclutado hacia plántulas es determinado por las propiedades individuales de cada semilla, su posición en el suelo, su forma, el contacto que hace con el substrato, la microtopografía del suelo y su compactación. Este complejo de factores determina que semillas germinan y cuales no, discriminando no solo entre especies sino entre individuos de la especie. De ahí que la interpretación de la distribución y abundancia de plantas en la naturaleza (población, comunidad) deba tomar en cuenta la operación de tal "tamiz" (21).



Existen pocos trabajos sobre estimación de la fracción que representa la parte germinada con respecto al total de semillas, tanto a nivel poblacional como a nivel de comunidad. Harper (21) considera que existen evidencias para la flora arvense de suelos agrícolas en donde se ha encontrado que la fracción reclutada generalmente representa del 1 al 4% del total de semillas viables en el suelo.

A nivel de comunidad (desértica), Nelson y Chew (41) encontraron que la germinación de semillas representó al menos un 16.8% de las semillas bajo arbustos y 43.6% de las semillas en sitios abiertos. Estimaron, considerando a todo el hábitat, que la germinación representó el 24% del total de semillas en la comunidad. Consideran que la pérdida de semillas por germinación fue menor que la debida a depredación por roedores.

En desiertos, donde el principal factor crítico para la sobrevivencia de plantas es el balance negativo entre precipitación y evapotranspiración potencial, y donde el crecimiento está limitado a períodos cortos de tiempo, la germinación de semillas debe estar mas estrechamente relacionada con un control ambiental que la brotación de yemas latentes (30). La germinación en algunas perennes xerófilas sigue una estrategia de prueba y error año tras año, en otras, la germinación depende de las secuencias climáticas que ocurren solo una vez en varios años, en donde presumiblemente existe una alta probabilidad de establecimiento. En algunas comunidades desérticas de Australia e Israel la germinación parece ocurrir solo después de la muerte o perturbación de la población madura (43).

Existen para algunas perennes xerófilas, datos sobre algunas características de sus "sitios propicios" para la germinación y estimaciones de la fracción que puede germinar en las comunidades naturales. Para Larrea tridentata las condiciones óptimas para la germinación de semillas son: obscuridad, -- 23°C, exposición a temperaturas frías antes de germinar, y un substrato cercano a cero en presión osmótica, entre otras (2). -- Dado que encontró una viabilidad promedio de 46%, una germinación óptima promedio de 67% por un período de 14 días y una sobrevivencia de 66% a los 6 meses, Barbour (2) considera que de cada 1'00 mericarpos, solo es posible esperar 20 plantas (20%) -- a los 6 meses y bajo condiciones cercanas a lo óptimo. Para -- Carnegiea gigantea las condiciones óptimas para la germinación de semillas son una temperatura de 25°C y radiación roja entre otras (sugiriendo la idea del control de la germinación por el fitocromo) (37). Steenbergh y Lowe (68) han estimado que, bajo condiciones normales solo un 0.001% de la producción anual de semillas de Carnegiea logra alcanzar sitios y condiciones favorables para la germinación. En una siembra experimental, encontraron que solo un 0.29% germinó como consecuencia de la remoción de semillas por animales y la insuficiente humedad para germinar.

Las reservas de las semillas de jojoba son cera y proteínas principalmente. Ha sido demostrado que hay una disminución gradual de la cera de los cotiledones durante la germinación. La cera es transformada a sucrosa mediante un proceso altamente eficiente y es usada linealmente --

por el embrión durante los primeros 30 días de germinación ---- (25,52). Al parecer las reservas de las semillas son asignadas en mayor proporción al crecimiento de la raíz, al menos durante los primeros días (52).

Las condiciones óptimas para la germinación de las semillas de Simmondsia chinensis son: obscuridad (han sido clasificadas como de fotosensibilidad negativa), alta disponibilidad de humedad por un período de 20 días aproximadamente y un rango estrecho de temperatura (28 °C temperatura óptima) (7,36). Sherbrooke (58) considera (en base a observaciones) al roedor Perognathus baileyi como agente dispersor de las semillas y sugiere que el almacenamiento de semillas en sus galerías favorece su germinación y la sobrevivencia de plántulas.

#### C.- Dinámica del banco de semillas.

La dinámica de una población de semillas puede, en cierto sentido, ser aislada del resto del ciclo de vida. La planta es el vehículo por medio del cual una semilla produce -- mas semillas; el banco de semillas tiene propiedades dinámicas características (23).

Los parámetros que afectan el tamaño del banco de semillas pueden ser modelados; varios autores han descrito -- modelos simples de flujo poblacional para semillas enterradas -- en el suelo. Schafer y Chilcote (54) propusieron la siguiente -- ecuación:

$$S = Pex. + Pend. + Dg. + Dn$$

Donde:

S = Total de la población de semillas enterradas en un tiempo y espacio dados.

Pex.= Porcentaje de semillas en latencia exógena.

Pend.= Porcentaje de semillas en latencia endógena.

Dg.= Porcentaje de semillas que germinan in situ.

Dn.= Porcentaje de semillas no viables.

Posteriormente Sarukhán (53), usando la terminología de Harper propuso la ecuación:

$$S = G + ED + ID + D$$

Donde:

S = Total de semillas recuperadas en una muestra,

G = Fracción germinada,

ED = Número de semillas bajo latencia forzada,

ID = Número de semillas bajo latencia inducida,

D = Número de semillas vanas o muertas.

El banco de semillas varía entre especies y está relacionado con las estrategias del ciclo de vida de las poblaciones vegetales. Ciertamente a nivel de comunidades desérticas el comportamiento del banco de semillas se verá fuertemente influenciado por las especies anuales, debido a que éstas representan un gran porcentaje del banco de semillas de la comunidad (41).

En la comunidad desértica estudiada por Nelson y Chew (41), la variación temporal del banco estuvo relacionada

con la precipitación y temperatura que afectan la germinación y producción de semillas de las anuales de invierno; así como con la actividad de los depredadores de semillas. Hubo una gran variación en el contenido de semillas entre años debido a la precipitación. De 1972 a 1973 el contenido de semillas aumentó de 10-16 veces en sitios bajo arbustos y de 23-27 veces en áreas abiertas.

Durante años de baja producción de semillas, las semillas de especies arbustivas formaron una mayor proporción de la producción y del banco de semillas (41). Debido a esto, Nelson y Chew (41) sugieren que la respuesta diferencial entre perennes y anuales a los factores climáticos, incrementa la estabilidad de la producción de semillas, del banco de semillas de la comunidad y presumiblemente otros fenómenos biológicos. Estos mismos autores sugieren que el patrón de la precipitación probablemente afecte la estabilidad del banco de semillas del suelo de comunidades desérticas.

A nivel de población el estudio comparativo de Sarukhán (53) permitió conocer en detalle los cambios de las diferentes fracciones del banco de semillas en el tiempo, para tres especies del género Ranunculus. De las semillas que lograron escapar a la depredación las de Ranunculus repens tuvieron una considerable longevidad y consecuentemente el banco de semillas de esta especie estuvo compuesto de un número de generaciones superpuestas. En contraste las semillas de R. acris y R. bulbosus murieron o germinaron rápidamente y por lo tanto hubo una escasa sobreposición de generaciones

(la vida media de las semillas de R. repens fué de 16-20 meses, la de R. bulbosus fué de 8 meses y la de R. acris fué de 5 meses). De lo anterior resultó claro que R. bulbosus y R. acris son dependientes del abastecimiento de individuos vía semillas para el mantenimiento del tamaño de sus poblaciones, mientras que R. repens (que se propaga vegetativamente) es mucho menos dependiente de las semillas para el mantenimiento de la población en crecimiento.

En una selva baja caducifolia, Guevara (19) encontró que la mayoría de las semillas de Cordia elaeagnoides son depredadas durante el primer mes de permanencia en el suelo. La germinación ocurrió durante la época de lluvias y representó el 1,39% del total de semillas viables originalmente introducidas. Debido a la gran depredación de semillas, la fuerte mortalidad de plántulas observada y el hecho de que en la distribución de clases diamétricas no estuviesen representados los individuos jóvenes, Guevara (19) sugiere que probablemente para esta especie, el reclutamiento se presente irregularmente y justo cuando las condiciones ambientales son tales que favorecen una elevada probabilidad de establecimiento y maduración de plántulas.

#### D.- Funciones y compromisos adaptativos.

El comportamiento del banco de semillas y su relación con la población en crecimiento varía con las especies y está relacionado con las estrategias reproductivas de las plantas (patrón de asignación de energía a la reproducción). Las estrategias por lo general poseen un ciclo de

vida corto y la fase de semilla puede persistir por largos pe ríodos de tiempo. Las estrategias-K por lo general poseen un ci clo de vida largo y sus semillas son poco longevas. Las estra tegas-r con un alto esfuerzo reproductivo tienen menor tiempo para lograr producir nuevos descendientes. Las estrategias-K con un bajo esfuerzo reproductivo tienen mayor tiempo para lo grar producir nuevos descendientes. Para las estrategias-r la fase de semilla es más crítica ya que constituye un nexo crucial entre generaciones. En las estrategias-K la fase de semilla es menos crítica (tienen mayor tiempo para lograr producir nuevos descendientes) y representa una alternativa de persistencia (21).

Las variaciones en la capacidad reproductiva de las plantas (número de propágulos producidos por una planta) representan diferentes compromisos adaptativos. La selección natural actúa para optimizar la forma del compromiso como para maximizar la adaptación individual (21).

Algunos de los compromisos que están involucrados en la evolución de la capacidad reproductiva surgen debido a que la semilla es mucho más que un medio de multiplicación. Otros papeles se han ligado a la fase de semilla en el ciclo de vida:

- i).- La semilla es usualmente el estado del ciclo de vida en que ocurre la dispersión y la colonización de nuevas áreas, aunque para algunas especies puede ser un medio de dispersión no muy efectivo.
- ii).- La semilla es a menudo el órgano que persiste a través de estaciones

desfavorables esporádicas (particularmente en el caso de las especies anuales), y a través de desastres irregulares tales como el fuego (para especies perennes). No siempre dan lugar a nuevos individuos (las semillas de la mayoría de los árboles de las selvas tropicales poseen una viabilidad muy corta), pero en la mayoría de las plantas la semilla es un órgano de persistencia.

- iii).- La semilla usualmente contiene reservas de nutrientes que dan al embrión la continuación temporal del sustento maternal tanto antes de la dispersión, como durante el período de post-dispersión, mientras se establece como una plántula independiente.
- iv).- La semilla es usualmente el estado en el que se libera nueva recombinación genética. El proceso sexual precede la formación de la semilla y algunos recombinantes son probados mientras están en la placenta del ovario progenitor, pero la mayor parte de la eliminación selectiva de nuevos genotipos ocurre después de la germinación. La semilla es quien lleva la mayoría de la variación genética encontrada entre los cigotes (21).

Las cinco responsabilidades: multiplicación, dispersión, persistencia, suplemento de nutrientes y exhibición de variación genética, no son completamente compatibles entre sí. Una semilla es el equilibrada por la selección natural entre los 5 papeles por desempeñar. Es imposible ser lo suficientemente liviano para ser fácilmente dispersado y a la vez llevar suplemento de nutrientes. Es difícil para una semilla llevar



gran cantidad de nutrientes y a la vez persistir, debido a que los riesgos de depredación se vuelven grandes. Es imposible para una semilla multiplicar exactamente el genotipo progenitor y al mismo tiempo ser una variante genética (21).

## II.- Plántulas.-

Los ciclos de vida de las plantas forman un "continuum", que por conveniencia pueden ser separados en las categorías de anual, bianual y perenne. Los ciclos de vida varían desde 4-6 semanas para algunas anuales, hasta 4000-4900 años en algunas perennes leñosas (árboles) (23). Harper y White (23) nos muestran una figura con un esquema representando el desarrollo de una población (los eventos demográficos importantes). Tal esquema contiene la fase de semilla (latente), nacimiento (germinación), período juvenil (plántulas y juveniles), período reproductivo, período post-reproductivo y muerte; hacen una discusión de los factores que afectan la duración de estos períodos del ciclo de vida de anuales, bianuales y perennes.

Presumiblemente, si un estado específico del ciclo de vida de una planta está sujeto a una mortalidad selectiva excesiva, esto implica la existencia de niveles diferenciales de adaptación en las diferentes partes del ciclo de vida. El que la mortalidad ocurra en un estado específico, implica que las fuerzas selectivas están operando en el nexo potencialmente más débil del ciclo de vida (23).

A).- Mortalidad dependiente de la densidad.

Cuando las poblaciones de plantas se desarrollan en densidades altas, algunos individuos a menudo mueren. Es posible reconocer dos categorías de mortalidad: dependiente de la densidad e independiente de la densidad; aunque en la práctica ambos tipos de mortalidad no son fáciles de separar. Las plantas responden plásticamente al "stress" causado por la densidad. El riesgo de mortalidad que aumenta con la densidad posee propiedades reguladoras. Es un amortiguador que permite mantener a las poblaciones más constantes; actúa contra el incremento poblacional irrestringido (21).

Un ejemplo de mortalidad dependiente de la densidad es el encontrado en un experimento donde se sembraron semillas de Papaver spp. en densidades de 0-3140/m<sup>2</sup>. La densidad más alta de plantas maduras obtenidas fue de 750/m<sup>2</sup>, en donde se demostró que la probabilidad que tiene una semilla de producir una planta madura disminuye al aumentar la densidad (21).

Un estudio particularmente importante es el de Yoda et. al. (1963) citado por Harper (20) para varias especies, donde se llegó a los siguientes resultados:

i).- Ya sea cual fuere la densidad de semillas sembradas, hubo un tamaño máximo de población, no alcanzándose densidades de población mayores aumentando la densidad de semillas.

ii) Las densidades de las poblaciones, con alta densidad de semillas convergen con el paso del tiempo, sea cual fuere las diferencias en den-

sidad inicial. Las densidades convergentes son siempre menores en los suelos más fértiles.

iii).- Existe una estrecha correlación entre densidad convergente y tamaño de planta, por lo que las plantas que tuvieron un cierto tamaño promedio siempre mantuvieron un nivel más o menos similar de densidad sobreviviente, sea cual haya sido densidad inicial, el nivel de fertilización y la edad de la población.

En este experimento se siguió el desarrollo en poblaciones densas de varias especies a lo largo del ciclo de crecimiento y se hacían cosechas destructivas a intervalos, por lo que se pudo obtener el peso medio por planta sobreviviente así como el número de sobrevivientes en el tiempo. Cuando el logaritmo del peso medio por planta (sobreviviente) fué graficado contra el logaritmo de la densidad de sobrevivientes, los valores de las cosechas sucesivas se encontraron alrededor de una línea con una pendiente de  $-1.5$ . A esta relación se le llamó ley de los  $3/2$  (21).

Las conclusiones de Yoda et. al (1963) han sido verificadas y extendidas por White y Harper (80) quienes sugieren que la causa del fenómeno de eliminación en poblaciones puede ser entendido considerando a la población como un sistema "jerarquizado" de explotación de recursos, lo que acarrea tasas diferenciales de crecimiento entre sus miembros y a su vez lleva al desarrollo de dominancia y supresión. Así, en una población, aún compuesta de individuos de la misma edad, se desarrolla una jerarquía de tamaño con pocos dominantes y una gran clase de genotipos suprimidos, donde la mortalidad se concentra. Más aún, existen evidencias de que el "stress" por densidad hace

que las poblaciones tiendan hacia una distribución logarítmica-normal (21).

Las plantas que probablemente mueren mas, en los procesos de eliminación natural son las mas pequeñas y las mas débiles. Una de las mas claras evidencias proviene del experimento con poblaciones de Trifolium subterraneum hecho por Black (1958) citado por Harper (21). Esta especie produce una gran variación en el tamaño de semilla. Se sembraron semillas grandes, semillas chicas y mezclas con proporciones iguales en parcelas diferentes. La autoeliminación en la población de plántulas ocurrió después de 40 días de crecimiento. La mortalidad empezó -- primero en la población proveniente de semillas grandes. El tamaño de una plántula está estrechamente relacionado con el tamaño de la semilla y la tasa de crecimiento real es función ---- del tamaño de la plántula, particularmente del área cotiledonaria, por lo que aparentemente las plántulas mas vigorosas y de rápido crecimiento produjeron un "stress" por densidad entre ellas, lo que acarreó una mayor mortalidad que en la población de la misma densidad pero de plántulas pequeñas y de lento crecimiento. En donde se sembró la mezcla de semillas la mortalidad estuvo concentrada casi exclusivamente entre las plantas de rivadas de semillas pequeñas; el "stress" por densidad fué absorbido por la muerte de los miembros mas pequeños. No solamente las plantas de semillas grandes dominaron el dosel de la mezcla sino que al final del experimento las plantas provenientes de semillas chicas interceptaban solamente el 3% de la luz total interceptada por el dosel de la mezcla (21).

## B .- Curvas de sobrevivencia.

La estructura de las poblaciones de plantas puede ser descrita en términos de edades, tamaños y formas de los individuos que la componen. La estructura de edad de las poblaciones debe de ser interpretada con cuidado; una estructura dominada por individuos jóvenes puede representar a una población en expansión con pocos colonizadores viejos y un gran número de sus descendientes, ó a una población estable en la cual la curva de sobrevivencia (número de sobrevivientes a través del tiempo) es fuertemente cóncava. Un exceso de individuos viejos puede significar que la población no tiene nuevo reclutamiento exitoso y está tendiendo hacia la extinción ó que el sistema es estable y posee una curva de sobrevivencia convexa. La forma de la curva de sobrevivencia sintetiza mucha de la información de una tabla de vida (23 ).

Es posible reconocer tres tipos de curvas de sobrevivencia;

1).- Curva de sobrevivencia tipo I; este tipo de curva la poseen aquellas poblaciones que están sujetas a una muy ligera mortalidad durante las primeras etapas del ciclo de vida, pero se incrementa con la edad. Trichachne californica (zacate punta blanca) y algunas orquídeas (Dactylorhiza incarnata, D. sambucina) poseen este tipo de curva.

2).- Curva de sobrevivencia tipo II; este tipo de curva la poseen las poblaciones en las que la mortalidad es constante a través del tiempo en el ciclo de la vida (exponencial negativa). Este tipo de curva indica que existe un riesgo de mortali-

dad constante dentro de la población como un todo e implica que la variación en las condiciones ambientales entre años son de menor importancia relativa. Ranunculus acris, R. repens, R. bulbosus y Anthoxanthum odoratum poseen este tipo de curva.

3).- Curva de sobrevivencia tipo III; este tipo de curva la poseen las poblaciones en las que ocurre una gran mortalidad en las primeras etapas del ciclo de vida, la que disminuye con la edad. Los individuos que logran sobrevivir en las primeras etapas poseen una esperanza de vida relativamente alta. --- Danthonia caespitosa, Sedum smallii y Minuartia uniflora poseen este tipo de curva (23).

Las desviaciones del tipo II de sobrevivencia implican que parte de la fuerza selectiva está concentrada en un estado específico del ciclo de vida, lo que a su vez implica niveles diferenciales de adaptación en las diferentes partes del ciclo de vida. Las curvas de sobrevivencia tipo I y III implican que las fuerzas selectivas están operando en el nexo potencialmente mas débil del ciclo de vida (23).

#### C.- Mortalidad y sobrevivencia en plántulas de perennes-xerófilas.

Las consideraciones sobre mortalidad dependiente de la densidad provienen principalmente de estudios sobre poblaciones experimentales (bajo cultivo), que sin lugar a dudas son de relevancia para la interpretación de poblaciones en sistemas naturales. Sin embargo bajo las condiciones de las comunidades naturales, los agentes físicos y bióticos a menudo juegan un pa-

pel muy importante como factores responsables de la mortalidad en poblaciones.

Los estudios de Shreve (61, 62, 63) en Tumamoc Hill (Arizona) son una valiosa aportación al conocimiento del patrón de establecimiento de varias perennes xerófilas (Carnegiea gigantea, Cercidium microphyllum, Fouquieria splendens, Opuntia spp.), "después de que las características generales de un hábitat han determinado su flora, estoy convencido de que la constitución actual de la vegetación, la abundancia relativa de los diferentes tipos ó especies y aún en una gran medida la densidad del sitio en sí misma, son producto de las condiciones que controlan la germinación y las actividades de las plántulas durante sus primeros 12 meses. Lo anterior es indicado por la extrema irregularidad de mezclas de tipos de vegetación en áreas pequeñas" (62).

Shreve (63) menciona que bajo condiciones desérticas la selección natural actúa eliminando a las plántulas con sistemas radiculares superficiales y favoreciendo a aquellas con un sistema radicular profundo en micrositios favorables durante las prolongadas depresiones de la curva de humedad del suelo en los meses más áridos, dándole importancia primordial a los factores físicos.

Went (76) menciona que las plántulas de perennes xerófilas tienen baja probabilidad de sobrevivir a menos que desarrollen sistemas radiculares relativamente grandes antes de que inicie la estación seca. Sugiere que las plántulas de perennes tienen poco crecimiento aéreo y que en los primeros meses la energía se asigna en mayor proporción a la raíz lo que les

permite desarrollar sistemas radiculares profundos de alto valor en su sobrevivencia.

1 .- Fouquieria splendens (ocotillo).

Fouquieria produce una gran cantidad de plántulas, en las cuales la mortalidad es tan grande durante el primer año, que casi las erradica. La mortalidad en las que logran sobrevivir al segundo año es relativamente baja (63).

2 .- Cercidium microphyllum (palo verde).

En 1910, Shreve localizó 542 plántulas recientemente germinadas, mismas que observó por un período de 16 meses. A los 16 meses encontró un 11% de sobrevivencia (62); la mortalidad de plántulas fué mayor en la primavera y el otoño (mas áridas) y menor en el invierno y "verano húmedo" (menos áridas). Un análisis de las plántulas muertas con anterioridad al estudio permitió conocer que la mortalidad ocurre principalmente durante el primer año, continúa a tasas relativamente altas durante el segundo y tercer año, y a partir del tercero la mortalidad es muy baja. El número de sobrevivientes al final del tercer año es probablemente no mayor del 3% de las germinadas y en ocasiones pueden morir todas (62).

De particular importancia es el cuadro presentado por Shreve (63, p.213), en el que nos muestra el número de plántulas germinadas en un área de 557 m<sup>2</sup> por un período de 9 años, así como el número de sobrevivientes en años sucesivos (Cuadro 2 y Figura 1). Hubo diferencias notables tanto entre el número de plántulas germinadas como en la sobrevivencia de las



Cuadro 2. - Germinación y sobrevivencia en plántulas de Cercidium microphyllum (palo verde), en un área de 557 m<sup>2</sup> por 9 años. Tomado de Shreve (63).

Número total de plántulas germinadas en los 9 años.	1126
Número total de plántulas sobrevivientes en los 9 años.	19
Número total de plántulas germinadas en los mejores años.	815
Número total de plántulas sobrevivientes en los mejores años.	4
Sobrevivencia total con respecto a germinación total.	1.6%
Sobrevivencia con respecto a germinación en los mejores años.	0.5%

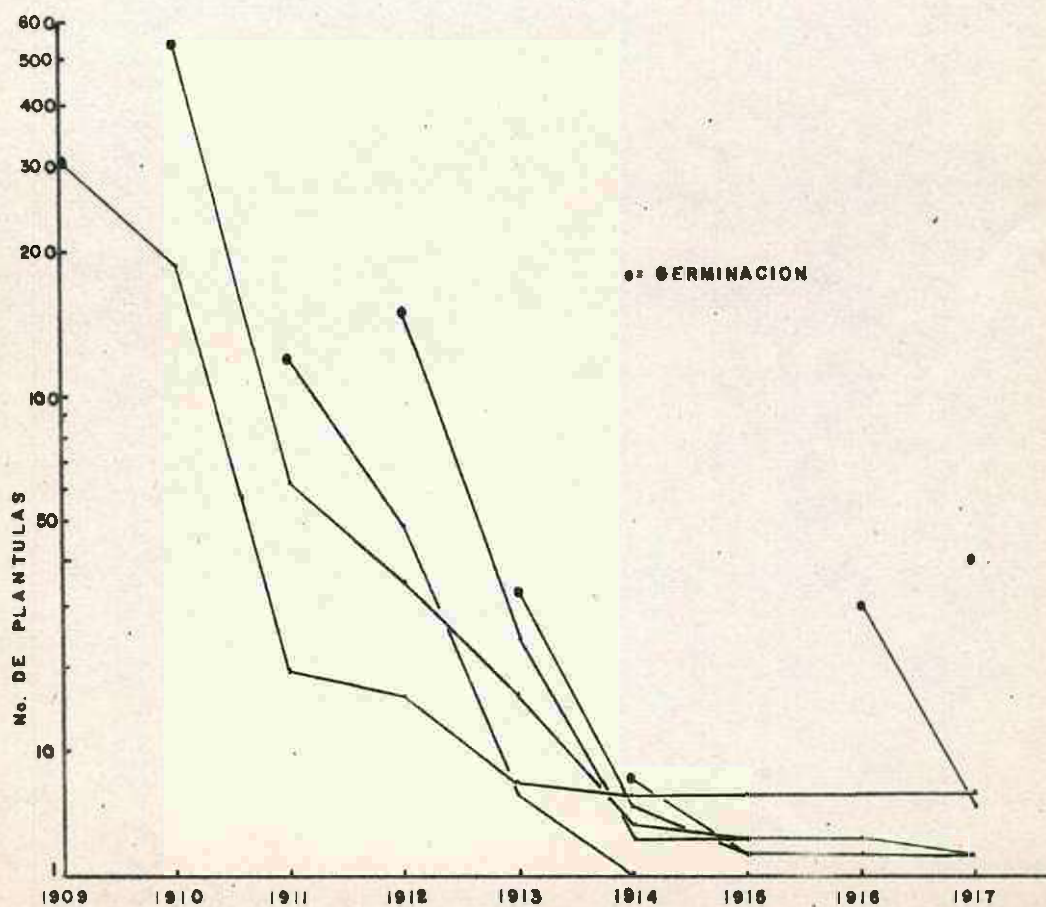


Figura 1. - Curvas de sobrevivencia en plántulas de Cercidium microphyllum (palo verde), germinadas en diferentes años. Tomado de Shreve (63).

mismas en los 9 años de observaciones, Observó una disminución - en el número de plántulas germinadas en el área como consecuencia de la reducción en la producción de semillas así como por - la deficiencia en precipitación de verano en los últimos años.- La mayor mortalidad de plántulas en todos los años ocurrió principalmente en los 2 ó 3 meses secos que seguían inmediatamente después de la época de lluvias en que germinaban. De las 19 sobrevivientes para 1917, seis eran de al menos 8 años de edad, - cinco de un año (las cuales no pueden considerarse establecidas) y el resto (8) mayores de 8 años. Al observar la figura es posible percatarse de la variación en el establecimiento de nuevos individuos entre años.

### 3 .- Prosopis juliflora var. velutina. (mezquite).

Paulsen (46) localizó 100 plántulas germinadas - en un área experimental (Arizona). Las plántulas estuvieron bajo 3 condiciones:

- x).- Excluidas de ganado y roedores.
- y).- Excluidas del ganado, pero con acceso a roedores.
- z).- Sin exclusión, (testigo).

Las plántulas se observaron periódicamente y a - los 15 meses la mortalidad fué de 47% para las excluidas de ganado y roedores, 94% para las excluidas del ganado y 96% para - las sin exclusión (Figura 2). La figura muestra claramente los cambios en la mortalidad para las 3 condiciones a través del -- tiempo. El porcentaje de sobrevivencia para las plántulas testigo fué de 4%. En éstas, la contribución de los roedores en la -

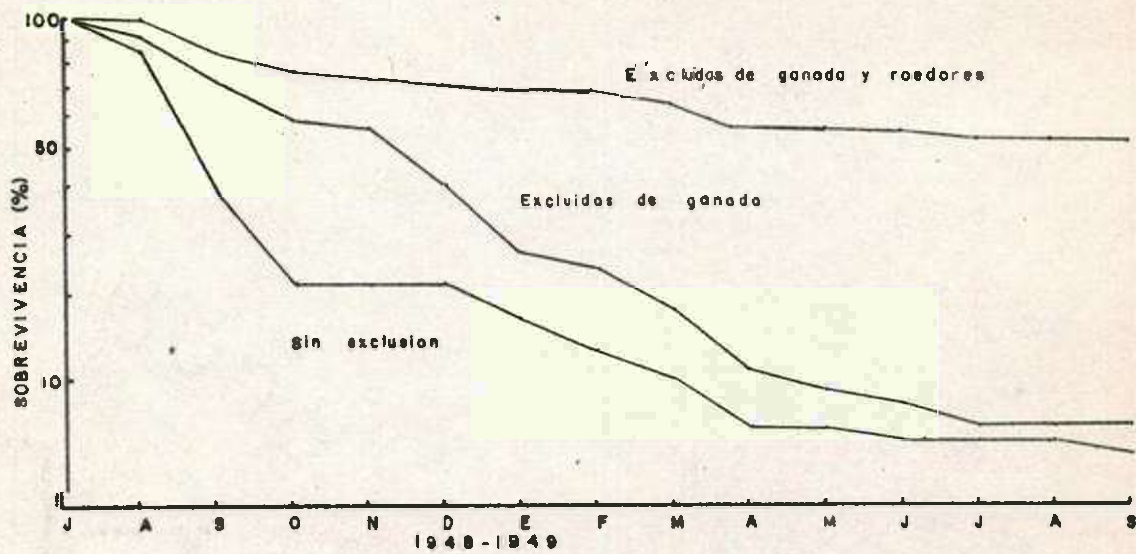


Figura 2. - Curvas de sobrevivencia en plántulas de *Prosopis juliflora* var. *velutina* (mesquite), bajo tres condiciones de exclusión. Tomado de Paulsen (46).

mortalidad fué de aproximadamente un 49%. El ganado contribuyó con un 2% y el resto (49%) fué por factores diferentes que roedores y ganado (sequía y heladas principalmente). La contribución de los insectos fué de poca importancia relativa.

Un aspecto importante del estudio de Paulsen fué las mediciones de la longitud del tallo y raíz de las plántulas durante el período. Al inicio del estudio (plántulas recién germinadas) la altura promedio del tallo fué 5.5 cm. y la longitud de la raíz 9.4 cm., dos meses después el tallo permanecía igual, pero la raíz había crecido hasta una profundidad de 38 cm.. Hacia el final del estudio (15 meses) el tallo tenía una altura promedio de 7.6 cm. y la raíz una longitud promedio de 68.8 cm. en las plántulas sobrevivientes. Lo anterior significa que la energía es asignada en mayor proporción al crecimiento radicular, al menos durante los primeros meses de vida de esta especie, lo que considera este autor de vital importancia para el establecimiento de las plántulas.

Paulsen (46) observó la muerte de la porción terminal del tallo de las plántulas, lo que trajo como resultado la brotación de las yemas laterales inferiores cuando las condiciones para el crecimiento fueron adecuadas. Por lo anterior sugiere que el pastoreo, la sequía y las heladas son responsables de la ramificación de las plántulas. En base a la sobrevivencia encontrada (una plántula de 15 meses la considera ya establecida) Paulsen propone para las condiciones de la comunidad estudiada una tasa de reclutamiento de nuevos individuos a la población de 8 individuos por año/acre ( $4048 \text{ m}^2$ ), aunque probablemente la tasa sea variable entre años.

#### 4 .- Carnegiea gigantea. (saguaro).

Se han efectuado varios estudios sobre esta cactácea columnar en los que se ha logrado delucidar los factores que favorecen el establecimiento de plántulas, al menos bajo las condiciones del Desierto Sonorense en Arizona.

Un análisis de la estructura de tamaño de una población de Carnegiea gigantea en Tumamoc Hill llevó a Shreve (61) a la conclusión de que la población no se estaba regenerando.

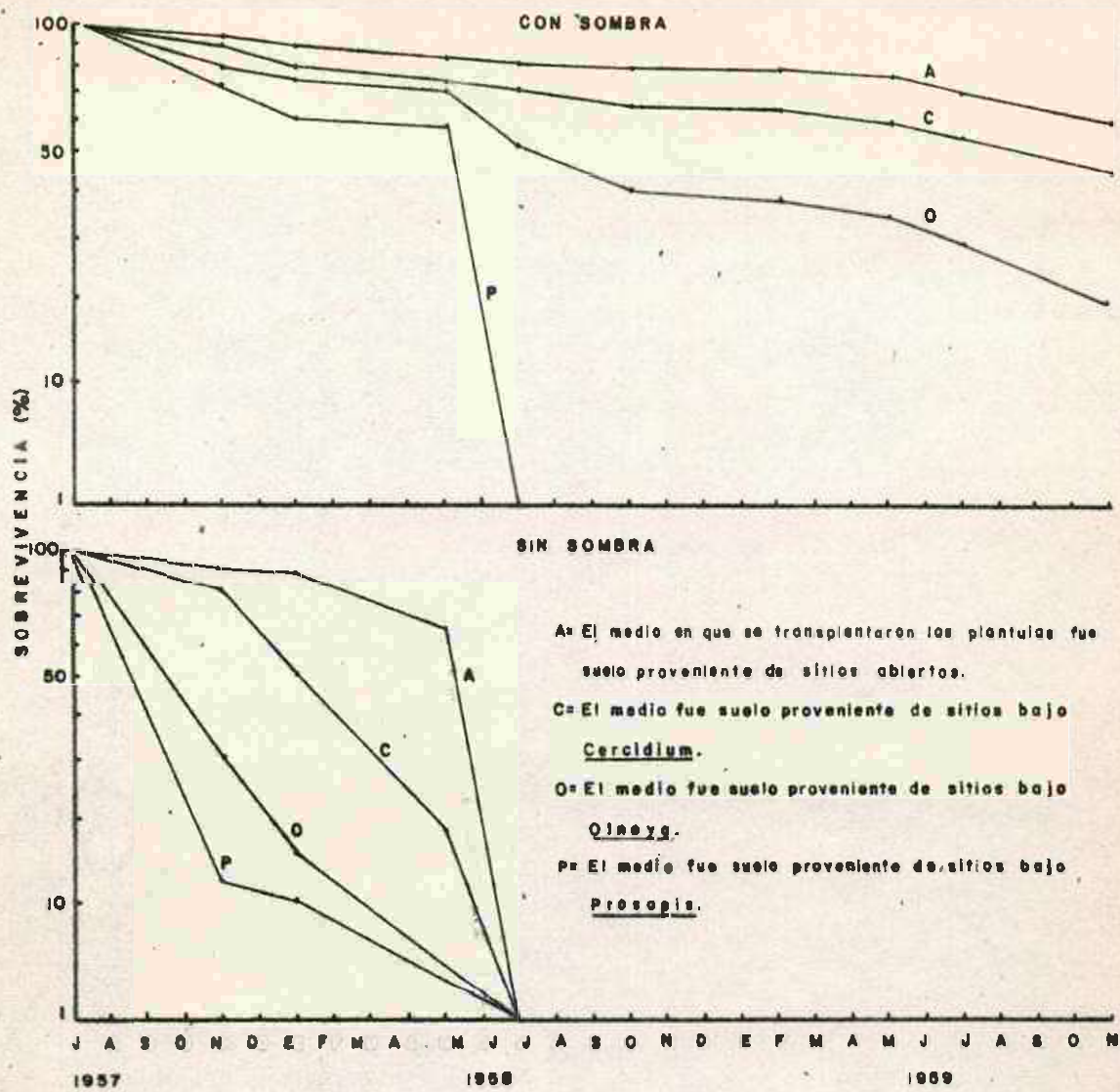
Turner et.al. (75) utilizaron 3299 plántulas transplantadas en su área experimental. La sombra fué esencial para la sobrevivencia, ya que la mortalidad entre el grupo de 1200 plántulas sin sombra llegó a 100% en un año comparada con 65% entre el grupo de plántulas con sombra. Se utilizaron 4 tipos de suelo; suelo de sitios descubiertos, suelo de sitios bajo Cercidium microphyllum, suelo de sitios bajo Olneya tesota y suelos de sitios bajo Prosopis juliflora. El efecto del tipo de suelo en la sobrevivencia posiblemente fué función del albedo de la superficie del suelo, ya que hubo mayor mortalidad en los suelos mas oscuros (suelos bajo Prosopis y Olneya) y supuestamente mas calientes que los suelos claros (suelos bajo Cercidium y sitios abiertos).

Sugieren que entre las posibles explicaciones de la mayor tasa de mortalidad en los suelos de menor albedo son: el efecto directo de las altas temperaturas en el protoplasma de las plántulas, el efecto indirecto de las altas temperaturas incrementando la transpiración o el efecto de productos tóxicos en el suelo. El riego no favoreció el establecimiento de las

plántulas. La época más crítica para las plántulas fué el período seco y caliente anterior al inicio de la época de lluvias en Julio. Estos autores sugieren que las perennes leñosas como Cercidium, Olneya o Prosopis producen micrositios favorables para el establecimiento de plántulas de Carnegiea gigantea en el ambiente desértico, comportándose tales especies como "plantas-protectoras" (nodrizas) de C. gigantea. La Figura 3 muestra claramente la interacción entre sombra y la procedencia del suelo.

Otro estudio de Turner et.al. (74) mostró con claridad la influencia de la edad, los agentes bióticos y la sombra en la mortalidad de plántulas. La Figura 4 muestra la interacción entre tales factores. Como se puede observar los agentes bióticos juegan un papel importante en la mortalidad de plántulas (los principales agentes bióticos observados fueron roedores).

Steenbergh y Lowe (68) realizaron un estudio en la misma área, en el que encontraron que el establecimiento de plántulas es limitado principalmente por heladas, sequía, roedores e insectos, que tienen influencia en la sobrevivencia diferencial relacionada con el tamaño de plántula, microhábitat y estación. Las altas tasas iniciales de mortalidad disminuyen después del primer año y la mortalidad es menor en plántulas asociadas con microambientes favorables. Un aspecto importante de este estudio fué la determinación de la contribución de los factores bióticos y climáticos en la mortalidad de plántulas que germinaron en forma natural. Los factores climáticos, contribuyeron en un 63,9% aproximadamente y, los factores bióticos



**Figura 3.-** Curvas de sobrevivencia en plántulas de Carnegiea gigantea (saguaro); bajo diferentes condiciones. Tomado de Turner et. al. (75).

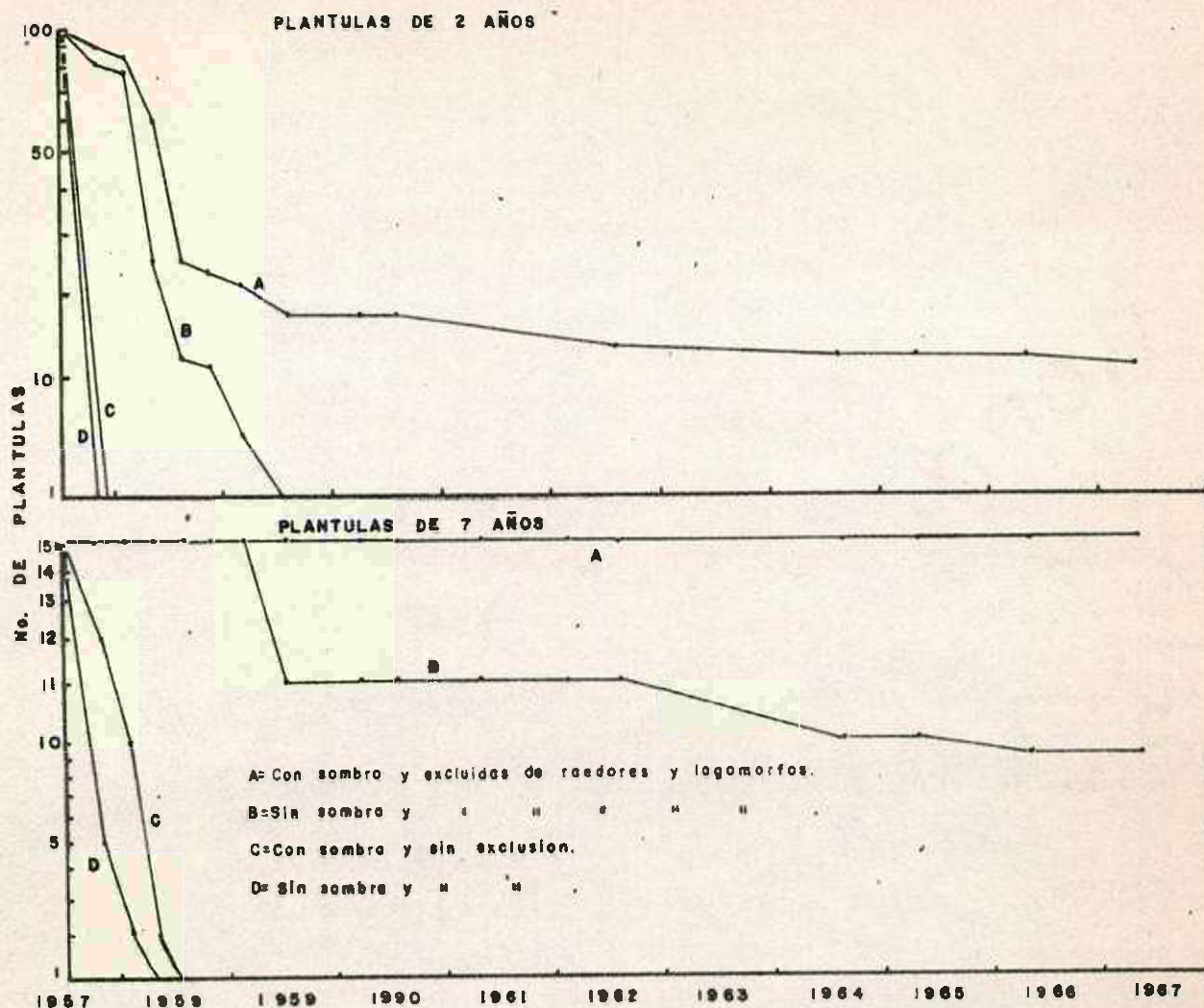


Figura 4.- Curvas de sobrevivencia en plántulas de *Carnegiea gigantea* (saguaro), bajo diferentes condiciones. Tomado de Turner et. al. (74).



en un 36.1 % de la mortalidad total en plántulas de 3 diferentes hábitats. De la mortalidad debida a agentes bióticos los roedores contribuyeron en un 49.2% y los insectos en un 46.2%. De la mortalidad debida a factores climáticos la sequía contribuyó con el mayor porcentaje; las heladas y la erosión contribuyeron en menor porcentaje. Hubo diferencias en cuanto a la contribución de los diferentes factores en los diferentes hábitats.

Turner et.al.(75) mencionan que los años en que las condiciones favorables para la germinación y establecimiento de plántulas son poco frecuentes, por lo que sugieren que el abastecimiento de nuevos individuos a la población ocurre en tales años (años de mayor precipitación), donde el microambiente de las "plántulas protectoras" funciona como un tamiz selectivo favoreciendo a las plántulas que reemplazarán a otros individuos.

##### 5.- Larrea tridentata (Mediondilla).

Sheps (57) localizó 216 plántulas en el Desierto de Mojave en California, las que siguió por un período de 21 meses. Encontró un porcentaje de sobrevivencia de 0 a 16 para 6 diferentes hábitats. La Figura 5 muestra la curva de sobrevivencia construida con los datos para los 6 hábitats, en donde es posible observar el aumento de la mortalidad hacia el verano. Considera que en general hubo una correlación entre sobrevivencia con precipitación local y temperatura, que son los factores mas obvios. Sin embargo encontró que hay otros factores menos obvios, pero importantes en la sobrevivencia. Las plántulas que germinaron bajo plantas progenitoras murieron rápidamente, sugiriendo que se debió a la inhibición por efectos alelopáticos de las plantas

adultas. Además encontró que al agregar hojarasca del área, infectada con hongos, hubo un incremento en el establecimiento de plántulas al aumentar la tasa de crecimiento y sobrevivencia (debido a la formación de micorrizas).

Barbour (3) ha puesto énfasis en que el significado ecológico de las toxinas alelopáticas en comunidades desérticas no ha sido claro. Cuestiona algunas de las observaciones de Went sobre alelopatía y espaciamiento en Larrea; sugiere que posiblemente es la "costra" que se forma bajo la copa de Larrea, que impide la infiltración del agua, la que en realidad previene el establecimiento de plántulas bajo individuos adultos. Sin embargo la causa de la mortalidad de plántulas bajo individuos adultos no ha sido completamente esclarecida.

#### 6.- Simmondsia chinensis (jojoba).

Gentry (16) menciona que al igual que para otros arbustos xerófilos, la etapa crítica para jojoba es durante el estado de plántula. Considera que muchos años pueden pasar sin que se encuentren condiciones favorables para la germinación y todavía mas escasos son los años en los que las condiciones favorables para las plántulas perduran. Sugiere que algunas de las condiciones naturales que limitan la distribución de S. chinensis parecen ser aquéllas desfavorables para su establecimiento. De entre los factores que contribuyen a la mortalidad de plántulas, Gentry menciona el hecho de que éllas son sensibles a heladas ligeras.

Al tratar de explicar las diferencias en la propor

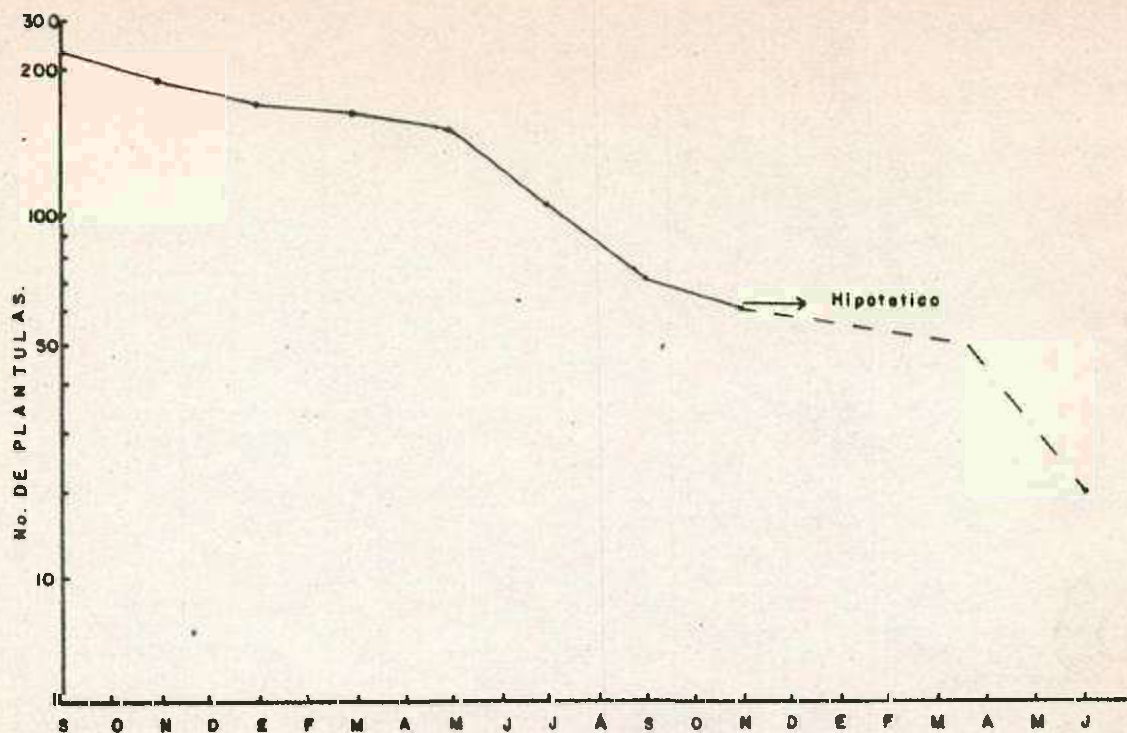


Figura 5.- Curva de sobrevivencia en plántulas de *Larrea tridentata* (hediondilla). Tomado de Sheps (57).

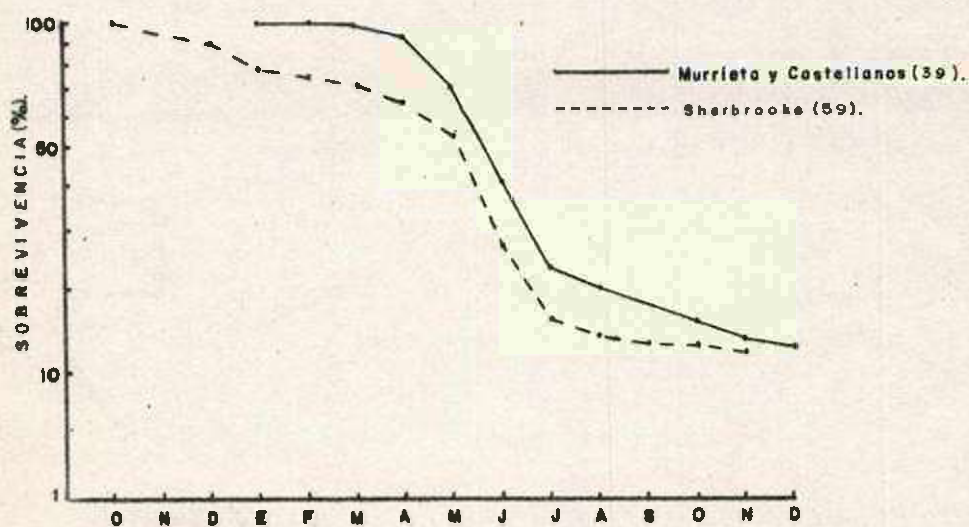


Figura 6.- Curvas de sobrevivencia en plántulas de *Simmondsia chinensis* (jojoba), en diferentes localidades. Tomado de Murrieta y Castellanos (39) y Sherbrooke (59).

ción de sexos entre poblaciones de Arizona y las de California-- y Baja California, Gentry (16) menciona que no se conoce con certeza la causa, pero que parece ser debido a factores ambientales mas que genéticos. Sugiere que probablemente se deba a -- que las plántulas masculinas toleran mas los "stresses ambientales" que las femeninas, dando una sobrevivencia diferencial para los sexos.

Burden (7) en su análisis sobre 25 sitios diferentes, caracterizados por la presencia de S. chinensis hacia la región Central de Arizona, considera que la distribución de ésta especie es afectada por muchos factores, entre los cuales la disponibilidad de humedad en el suelo durante la germinación y establecimiento es probablemente el factor limitante mas común.

Sherbrooke (59) localizó 219 plántulas recién -- germinadas en las Montañas Tucson (Arizona) y las observó periódicamente por un año. De las 219, 86 estaban en situación -- "protegida" (bajo la copa de perennes, principalmente de jojoba ó protegidas por rocas) y 133 en situación "desprotegida". La sobrevivencia de plántulas a los 12 meses fué 12% (27); en las "protegidas" hubo una sobrevivencia de 22% (19) y 6% (8) para las "desprotegidas", siendo la diferencia significativa.

La tasa de mortalidad mas alta ocurrió durante los meses de Mayo, Junio y Julio, probablemente por la sequía ( Figura 6). Sin embargo menciona que probablemente una multiplicidad de factores, climáticos y bióticos contribuyeron en la mortalidad durante diferentes meses. Durante los primeros 4-5 -

meses observó que las plántulas fueron dañadas por insectos y roedores (la remoción de cotiledones la atribuye "probablemente al roedor Perognathus baileyi"). Durante diciembre hubo una helada que causó daño, aunque no necesariamente fatal, a los tallos y hojas de las plántulas.

Para el segundo año la sobrevivencia disminuyó a 3.7% (8). La proporción de plántulas "desprotegidas" a "protegidas" inicial fué 1:0.65; un año después la proporción cambió a 1:2.4 entre las sobrevivientes y dos años después 1:7. Progresivamente, la muerte de plántulas, susceptibles en el tiempo -- trajo como resultado una población altamente seleccionada de -- plántulas "protegidas". Sherbrooke (59) menciona que no está -- muy claro si la mayor sobrevivencia en situación "protegida" es resultado de mejor condición del suelo, mayor humedad, sombra, protección contra heladas o depredadores, ó alguna combinación de éstos y otros factores físicos y bióticos que acompañan a -- tal situación. Sugiere que algunos factores pueden ser similares a los encontrados en los estudios sobre plántulas de C. gigantea, en donde las plántulas dependen de su asociación con -- microambientes (plantas protectoras ó sitios protegidos) para su sobrevivencia.

Sherbrooke (59) menciona que probablemente la -- germinación y sobrevivencia de plántulas es altamente variable de año a año. La variabilidad temporal de la precipitación en -- un año quizá proVoque cambios en las tasas de sobrevivencia de plántulas germinadas en diferentes estaciones del año. Menciona que se desconoce si la relación entre situaciones "protegidas" -- y sobrevivencia observada, es un factor de sobrevivencia para --

las plántulas en todo lo largo del rango de distribución de jojoba.

En el área experimental del Ejido Victoria y Libertad No.2 Murrieta y Castellanos (39) han encontrado una emergencia gradual de plántulas por un período de 5 meses (Noviembre-Marzo) en 2 años de observaciones. La Figura 6 muestra la curva de sobrevivencia de 1978 para las plántulas en el área experimental comparada con la curva de sobrevivencia encontrada por Sherbrooke (59). La emergencia, aunque gradual, coincidió con la estación invernal. La sobrevivencia después de un año fué 12.5%, bastante semejante a lo encontrado por Sherbrooke (59).

#### D. - Microambientes.

Ha sido sugerido que la sobrevivencia de plántulas de algunas especies es función de su asociación con microambientes. Tal es el caso de C. gigantea y S. chinensis (75, 59). Sin embargo para otras especies como C. microphyllum y P. juliflora var. velutina no se observó efecto de microambientes comparados con sitios abiertos (62, 46). En el caso de L. tridentata, las plántulas murieron rápidamente bajo individuos adultos de Larrea (57) (cuya causa no ha sido completamente esclarecida).

Existen evidencias de que en el microambiente producido por la copa de perennes la temperatura se ve reducida. Además, y al menos para Prosopis, el contenido de nutrientes bajo su copa es mayor que en sitios abiertos.

Shreve (64) quien había observado que la sombra producida por perennes era más favorable para la germinación y maduración de anuales, así como para el establecimiento de plán

tulas de perennes, encontró diferencias significativas tanto entre la temperatura máxima como la mínima a 7.5 y 30.5 cm. de profundidad para sitios bajo la copa de Cercidium y sitios abiertos.

Tiedemann (1970) y Specht (1968) citados por Tiedemann y Klemmedson (72) han observado reducciones en la temperatura (mas de 10°C.) bajo la copa de Prosopis y Acacia comparadas con sitios abiertos.

Tiedemann y Klemmedson (72) encontraron diferencias significativas en el contenido de nutrientes entre sitios bajo Prosopis y sitios abiertos. El contenido de materia orgánica y el nivel de nitrógeno total fue 3 veces mayor en sitios bajo Prosopis.

#### E .- Reclutamiento.

Ha sido sugerido que los años en que las condiciones favorables para la germinación y establecimiento de plántulas de varias perennes xerófilas son poco frecuentes, por lo que el reclutamiento de nuevos individuos a la población ocurre a intervalos (a menudo intervalos muy largos) (16, 75). El nulo abastecimiento de nuevos individuos por períodos largos es amortiguado por el ciclo de vida largo de las perennes. Las perennes xerófilas difieren de las anuales en que la reproducción exitosa puede ocurrir con menor frecuencia, sin poner en peligro a la población (43).

Recientemente en sus consideraciones sobre la hipótesis del "pulso" (considerado como el establecimiento poco frecuente de gran número de individuos), West et.al. (79) su-

gieren que los "pulsos de regeneración" pueden ser más pronunciados en los ambientes desérticos donde existe Larrea. Tales "pulsos de regeneración" ocasionales son probablemente la causa de las pocas clases de edad encontradas en muchas comunidades desérticas. El mecanismo disparador puede ser las condiciones climáticas (los pulsos erráticos de recarga de humedad al suelo (43) ) que conducen a eventos sucesivos de alta producción de semillas, germinación y establecimiento de plántulas (79).

Ha sido mencionado que en plántulas de perennes xerófilas el crecimiento se concentra en la raíz (46, 76) lo cual consideran de alto valor en su sobrevivencia. Sin embargo Barbour (3) ha hecho énfasis que aunque la proporción entre el peso del sistema radicular/peso de la parte aérea puede ser alta en las primeras etapas, ésta cambia con el desarrollo de la planta. Sugiere que las perennes xerófilas no necesariamente poseen sistemas radiculares extensivos ni mayores tasas de crecimiento radicular comparadas con algunas mesófitas.

### III. - Caracteres sexuales secundarios.-

Ya que jojoba es una especie dioica resulta de particular importancia la revisión de Lloyd y Webb (31) sobre las tendencias encontradas en especies dioicas en lo que respecta a caracteres sexuales secundarios (diferencia entre -



los sexos en caracteres diferentes a los órganos sexuales). Consideran que en perennes de ciclo de vida largo existe un considerable número de evidencias en el sentido de que los machos exceden a las hembras en vigor, tasas de crecimiento, tamaño total o reproducción vegetativa. Sin embargo en algunas especies monocárpicas o en policárpicas de ciclo de vida corto las hembras son de mayor tamaño que los machos. Existen pocas observaciones sobre crecimiento en etapas pre-reproductivas para ambos sexos, lo cual consideran de interés teórico.

Ha sido sugerido por algunos autores, para varias perennes policárpicas, que existe una mayor tasa de sobrevivencia en machos lo que ocasiona una desviación en la proporción de sexos, hacia la dominancia de los machos en la población. Sin embargo consideran que solo en algunos casos la sobrevivencia diferencial puede ser la causante de la predominancia de machos en tales poblaciones. Además, no en todas las especies dioicas existen proporciones dominadas por machos; existen casos de proporciones iguales y aún otras en que las hembras predominan (31).

Varios autores han mencionado que las hembras utilizan más recursos hacia la reproducción sexual que los machos. Sin embargo Lloyd y Webb (31) consideran que solo es posible expresar esta idea como una hipótesis de que el esfuerzo reproductivo en hembras es mayor que en machos, debido a las pocas comparaciones cuantitativas que se han hecho entre ambos sexos. Si la hipótesis fuese cierta, explicaría muchas de las diferencias sexuales secundarias.

## MATERIAL Y METODOS

### I. Area Experimental.

El área experimental donde se llevó a cabo el presente trabajo, se encuentra ubicada en el Ejido Victoria y Libertad No.2, localizado al Noroeste de Hermosillo, Sonora y cercano al poblado Puerto Libertad, aproximadamente a 29.8° de latitud Norte y a 112.6° Longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 150 metros.

#### A.- Vegetación.

La vegetación del lugar, se encuentra dominada por los siguientes elementos: en el estrato arbóreo o arbustivo alto, Olneya tesota\* Gray (palo fierro) y Fouquieria splendens Engelm. (ocotillo), en el arbustivo bajo por cuatro especies que corresponden en orden de importancia a Larrea tridentata Sessé & Moc. ex DC. (hediondilla), Simmondsia chinensis (Link) Schneider (jojoba), Lycium sp. (salcieso) y Jatropha cuneata Wigg.& Roll. (sangregado), mientras que en el estrato subarbustivo la especie dominante es Ambrosia dumosa (Gray) Payne (chamizo forrajero). Otras especies menos abundantes son Lophocereus schottii (Engelm.) Britt. & Rose (sinita), Cercidium microphyllum (Torr.) Rose & Johnston (palo verde) y Encelia farinosa Gray ex Torr. (hierba del vaso).

La densidad de jojoba, de aproximadamente 180 plantas/hectárea se extiende sobre una superficie total de aproximadamente 5250 has., presentándose en ella una relación cercana a 1:1 en la proporción de sexos de la población (40).

---

\*Nomenclatura según Shreve y Wiggins (65), a excepción de Ambrosia {Payne(47)}.

El área experimental comprende 110 has. excluidas al pastoreo de ganado, las cuales a su vez están divididas en una área de 10 y otra de 100 has. En la primera no se ha efectuado ningún tratamiento sobre la vegetación, mientras que en la segunda se realizaron prácticas tendientes a mejorar la producción silvestre mediante la eliminación de la vegetación encontrada bajo el follaje de todas las plantas de jobo pistiladas y solo en algunos casos en plantas estaminadas. También, se construyeron (en las 100 has.) microcuencas alrededor de las plantas pistiladas con entrada paralela a la pendiente con el fin de captar mayor cantidad de agua de escurrimiento y aumentar su disponibilidad por individuo (40).

#### B. - Clima.

El Cuadro 3 y la Figura 7, muestran la temperatura media y la precipitación media mensual para Puerto Libertad, Sonora. La Figura fue construida con los valores promedios de 6 años dados por Hastings y Humphrey (24). Como se puede ver, la precipitación del lugar se presenta en su mayoría a fines del verano, durante el otoño y a principios del invierno, con promedios de 115 mm anuales. La temperatura media, oscila de aproximadamente 12°C en el invierno a 29°C en el verano, con un promedio de 20.2°C.

El Cuadro 4 y la Figura 8 muestran la temperatura media y la precipitación mensual, en la estación meteorológica de Puerto Libertad, en el período de Marzo de 1978 a Marzo de 1979. Como se puede observar la temperatura media más alta se presentó en el mes de Julio de 1978 y la más baja en Enero de 1979. De igual forma la evaporación fue mayor en Julio de 1978 y menor en Enero de 1979. La precipitación se presentó en su mayoría en los meses de Noviembre (1978), Diciembre (1978) y Enero (1979), durante el período de estudio.

El Cuadro 5 y la Figura 9 muestran la temperatura media y la precipitación mensual para el área experimental en el Ejido Victoria y

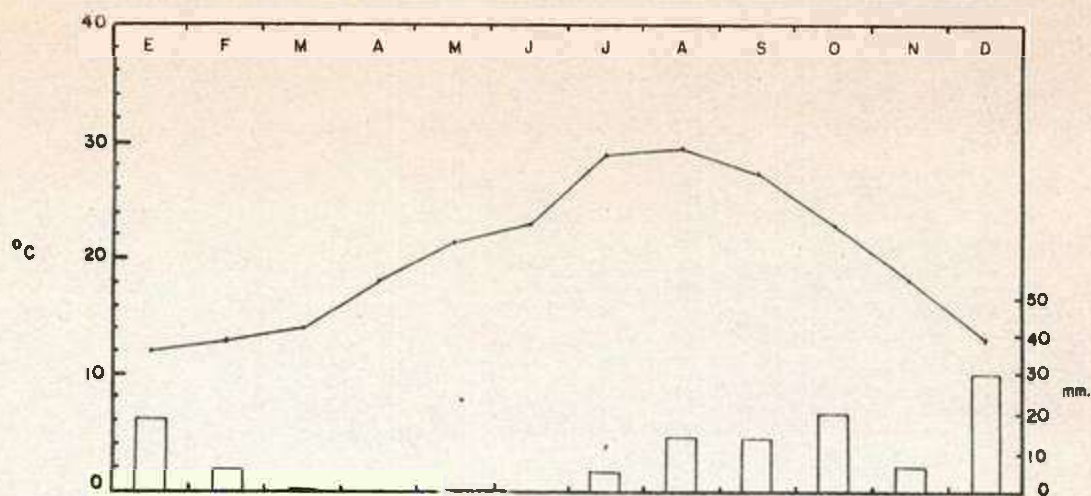


Figura 7.- Marcha de la temperatura y precipitación media mensual de Puerto Libertad. Tomado de Hastings and Humphrey (24).

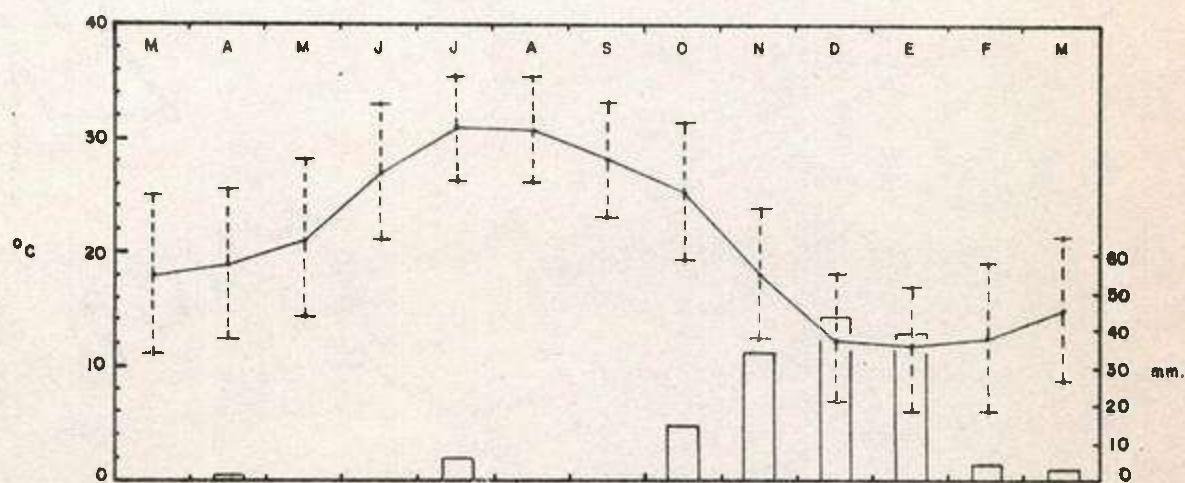


Figura 8.- Marcha de la temperatura y precipitación mensual de Puerto Libertad (1978-1979).

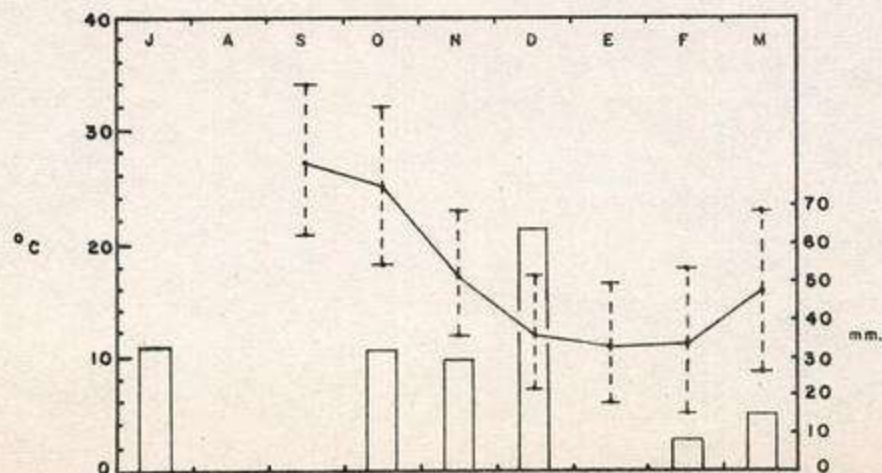


Figura 9.- Marcha de la temperatura y precipitación mensual del área experimental (1978-1979).

Cuadro 3.- Datos climatológicos de Puerto Libertad (promedio de 6 años). Tomados de Hastings and Humphrey (24).

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
Temp.	12.1	13.3	14.2	18.1	21.5	23.2	29.0	29.4	27.7	22.9	18.2	13.4	20.2
Prec.	19.1	6.2	1.1	0.4	0.0	0.3	4.9	14.1	13.9	19.4	6.5	29.7	115.6

Cuadro 4.- Datos climatológicos de Puerto Libertad (1978-1979).

	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.
T. max.	25.0	25.5	28.1	33.0	35.5	35.5	33.3	31.6	24.1	18.1	17.0	19.0	21.6
T. mín.	11.0	12.5	14.5	21.2	26.4	26.0	22.8	19.4	12.5	7.1	6.5	6.2	8.6
T. med.	18.0	19.0	21.3	27.1	31.0	30.7	28.0	25.5	18.3	12.6	11.8	12.6	15.1
Evapor.	161.17	204.36	244.11	259.79	263.54	255.09	226.6	163.09	119.8	84.34	65.23	76.87	147.27
P. precip.	--	2.5	-	-	6.0	0	0	15.6	34	48.08	39.0	4.5	3.0

Cuadro 5.- Datos climatológicos de el área experimental (1978-1979).

	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.
T. max.			34.0	32.2	22.9	17.4	16.5	17.9	23.2
T. mín.			20.9	18.5	12.1	7.3	6.2	4.8	8.8
T. med.			27.4	25.3	17.5	12.3	11.3	11.35	16.2
Precip.	33.5	-	-	32.4	30.6	64.0	0.2	8.4	15.4

Cuadro 6.- Resultados del análisis de 2 muestras de suelo de la comunidad estudiada.

No. Muestra	% Sat.	PH.	M.O.	%	C. E.	mmhos/cm	Ca+Mg.	mg/lit	Na.	mg/lit	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	mg/lit	C1	mg/lit	SO <sub>4</sub>	mg/lit	RAS	P.S.I.	Arena	%	Arcilla	%	Limo
1	15.6	7.54	0.17	0.920	5.70	3.50	0	1.34	1.34	2.07	1.74	6.54	2.07	1.32	1.32	6.54	2.07	1.74	91.76	2.34	5.90			
2	15.2	7.52	0.17	1.040	6.96	3.44	0	1.34	1.34	1.84	1.43	7.59	1.84	1.47	1.47	7.59	1.84	1.43	94.76	1.52	3.72			

Libertad. La estación meteorológica se instaló en Septiembre de 1978, 2 meses después del inicio del estudio, por lo que los datos abarcan de Septiembre de 1978 a Marzo de 1979. Como se puede observar, la precipitación se presentó en su mayor parte en Julio y los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre. La precipitación en Diciembre representó aproximadamente el 35% del total en el período de estudio (184.5 mm. = total). El 8 y 9 de Diciembre la temperatura mínima llegó a  $-1^{\circ}\text{C}$ .

De acuerdo a los datos disponibles, el clima pertenece al grupo de los secos desérticos semicálidos y su fórmula es BWhw (x')e', según la clasificación climática de Koeppen modificada por García (15).

#### C.- Suelo

Los suelos del lugar son de textura arenosa, con pH neutro o ligeramente alcalino y con escaso contenido de materia orgánica. Se presentan sobre una pendiente moderada en el terreno, correspondiendo a suelos coluviales localizados en la parte media-alta de la bajada (40).

El Cuadro 6 muestra los resultados del análisis de dos muestras de suelo tomadas del estrato 0-30 cm de profundidad, en dos sitios representativos del área. El porcentaje de humedad en el extracto a saturación fue 15.4 aproximadamente, lo que nos da una idea de su capacidad de retención de humedad.

## II. Metodología.

Para el presente estudio se diseñaron 2 experimentos; uno consistió en el trasplante de 320 plántulas a la comunidad del área experimental y otro en la siembra ó introducción de 5280 semillas, que en lo sucesivo se denominará "banco de semillas introducido". Ambos experimentos se realizaron en el área de 100 has.

### A.- Banco de Semillas.

Las semillas empleadas en el presente trabajo fueron colectadas de arbustos del área. Se hizo una selección de 5280 semillas, eliminándose las semillas dañadas y aquéllas con presencia de hongos.

Para el diseño del presente trabajo, se tomaron como base los estudios de Sarukhán (53) con tres especies de Ranunculus y el de Guevara (19) con Cordia elaeagnoides, con ciertas modificaciones de acuerdo a las características de jojoba. Tales experimentos consisten en la introducción de una cantidad conocida de semillas en sitios perfectamente determinados, de los cuales posteriormente es posible recuperar con toda exactitud las semillas originalmente introducidas. De esta forma es posible conocer los cambios numéricos que se suceden en el banco de semillas del suelo.

Para el presente experimento se utilizó un dise-

no en bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada uno de los cuatro bloques consistió en cuatro tratamientos, de tal forma que, se tenían cuatro tratamientos con cuatro repeticiones. Los tratamientos incluyeron dos factores: densidad de semillas y nivel de exposición a la depredación. El objetivo de los niveles de exposición a la depredación fue el de detectar el agente o agentes responsables de la depredación de semillas y el de las densidades, el efecto que pudieran tener sobre los depredadores, en el destino de las semillas y en el establecimiento.

La distribución de los bloques se hizo tratando de cubrir los sitios representativos del área experimental. El área hacia la parte sur presenta una comunidad sin Olneya tesota y hacia la parte Norte una comunidad con Olneya tesota, de tal forma que se distribuyeron dos bloques en la parte con Olneya y dos en la parte sin esta especie. Cada bloque se colocó a una distancia de aproximadamente 4 mts. de alguna planta plstilada adulta.

Los niveles de exposición a la depredación fueron: exclusión a aves y mamíferos grandes, y un testigo que permitía el libre acceso a cualquier agente. Para la exclusión de aves y mamíferos grandes se utilizó una estructura como la que se muestra en la Foto 1, que consistió en un marco de madera (0.9 x 1. m), cubierto con malla de alambre hexagonal (con abertura promedio de 1.75 cm) y con 4 barrotes de madera clavadas en cada esquina que permitía tener solo entrada a una altura de 10 cm. Las densidades usadas fueron 20 y 35 semillas por --



Foto 1.- Estructura usada para excluir aves y mamíferos grandes.

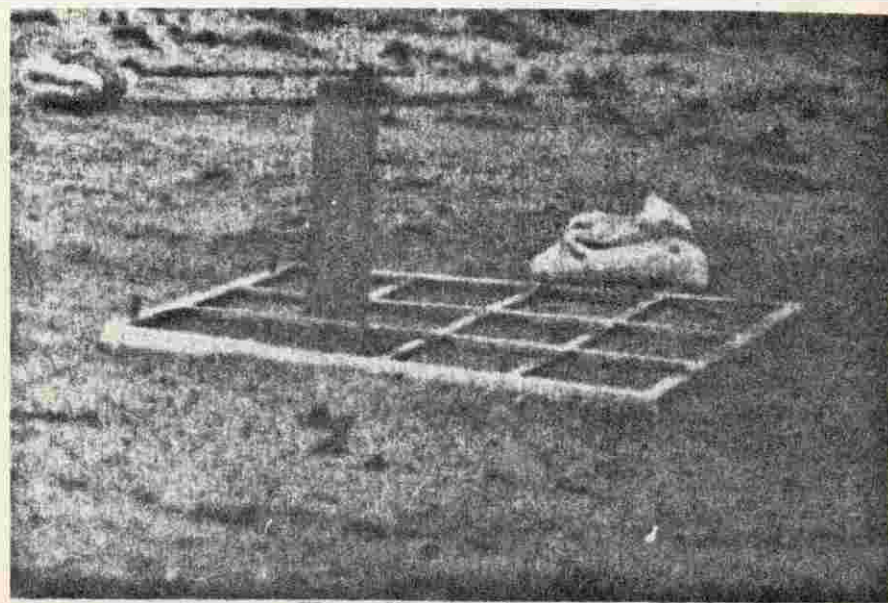


Foto 2.- Cuadrícula de 12 subdivisiones insertada en las varillas enterradas. Tubo utilizado en la siembra de semillas.

subdivisión que equivalen a 240 y 420 semillas por tratamiento.

Los tratamientos de cada bloque fueron: a).-Exclusión y 240 semillas de densidad. b). Testigo y 240 de densidad, c). Exclusión y 420 de densidad y d). Testigo y 420 de densidad.

#### 1.- Introducción de Semillas y Muestreo.

Una vez determinado el sitio de la ubicación de cada bloque, se procedió a delimitar el área del bloque, que tenía como dimensión 3 x 2 m, de tal forma que los tratamientos se colocaron en cada esquina del bloque mediante un sorteo al azar. Se delimitó el área de cada tratamiento y se colocó una cuadrícula de aluminio en el área delimitada. La cuadrícula de 0.8 x 0.8 m, tiene 12 subdivisiones de 24 x 17 cm y presenta 2 perforaciones en uno de sus márgenes. Una vez colocada la cuadrícula, se procedió a clavar 2 varillas de 1 mt. de largo en las perforaciones de la cuadrícula, lo que aseguraba su posterior relocalización. Las varillas se clavaron a 90 cm de profundidad, quedando solo 10 cm de varilla no enterrada, para localizarse posteriormente (Foto 2).

El propósito de las 12 subdivisiones de la cuadrícula fue la de poder muestrear una subdivisión por mes, en un año. Una vez en enterradas las varillas se procedió a introducir las semillas. Para la introducción de las semillas se utilizó un ángulo de madera y un trozo de tubo de 7.5 cm de diámetro. Se colocó en cada subdivisión el ángulo de madera en la parte superior

izquierda de la misma, se hacía coincidir el tubo con las paredes del ángulo y presionando se introducía al suelo. Se quitaba el tubo y con la ayuda de una palita se quitaba la tierra de la porción marcada por el tubo hasta una profundidad de 5 cm. Se volvía a introducir el tubo a la porción y se procedía a introducir las semillas, que posteriormente se enterraban con el mismo suelo que se había removido. Este mismo procedimiento se siguió en cada subdivisión de cada uno de los cuatro tratamientos de cada bloque. La siembra se realizó el 20 de Noviembre de 1978 (Fotos 3 y 4).

Con la ayuda de una tabla de números al azar, se le asignó uno del 1 al 12, a cada subdivisión de cada uno de los cuatro tratamientos de cada bloque. De esta forma se determinó al azar, las subdivisiones por muestrear en cada fecha de muestreo, es decir, el orden de las subdivisiones por muestrear.

Para el muestreo, se siguió el mismo procedimiento que en la siembra, solo que se hacían observaciones del tratamiento tales como número de plántulas en cada subdivisión del tratamiento, presencia de semillas en la superficie del suelo, etc. Se muestreó la subdivisión, según la fecha (1,2, 3...). Se colocaba la cuadrícula en las varillas, el ángulo en la subdivisión y se introducía un tubo de 10 cm de diámetro. Con la ayuda de una palita se sacaba la tierra hasta 15 cm de profundidad y se separaban las semillas y las plántulas cuando las había, se anotaba el número de semillas intactas, las plántulas vivas emergidas, así como las que murieron en pre-emergencia. Todo lo encontrado se metía en una bolsa de papel con sus datos, para su rectificación en el laboratorio. Tal procedimiento se llevó a cabo en cada subdivisión muestreada de cada tratamiento y en cada bloque, de tal forma que se muestrearon 16 subdivisiones en cada fecha.

Foto 3.- Procedimiento de introducción de las semillas.

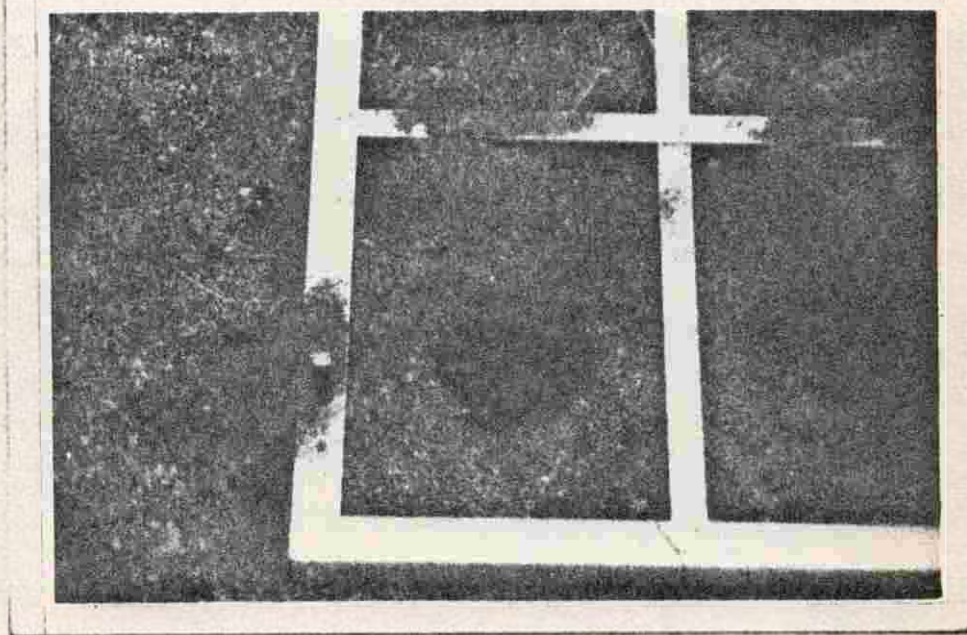
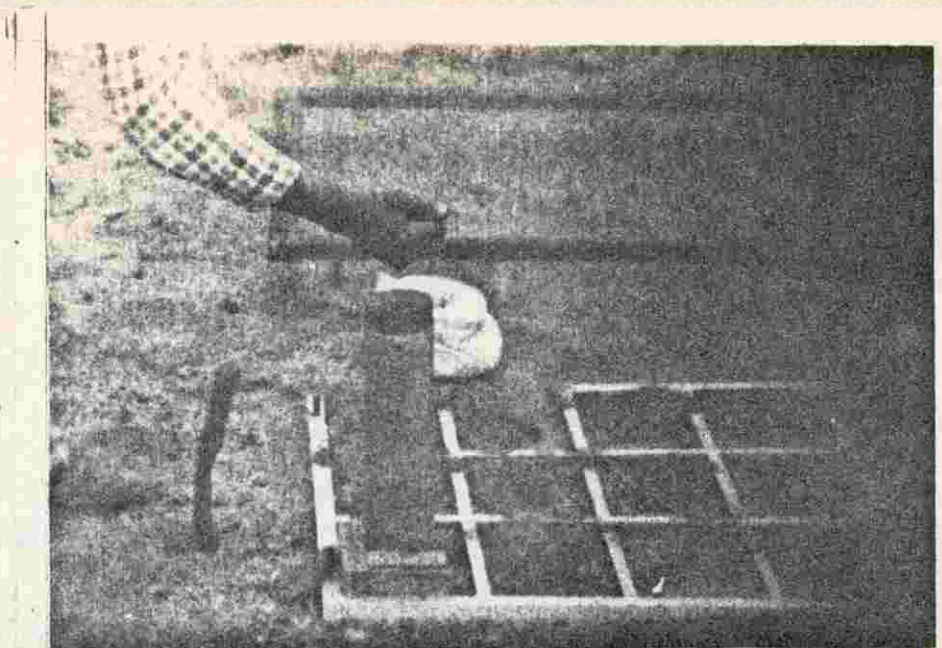


Foto 4.- Semillas de jojoba de una subdivisión de la cuadrícula.

De igual forma, en cada fecha, se tomaba una muestra de suelo, a 20 cm de profundidad, se pesaba y posteriormente en el laboratorio se determinaba el porcentaje de humedad en base a peso.

En el laboratorio se rectificaba el número de semillas y se determinaba el número de semillas depredadas, restando al número original introducido, el número de semillas y/o plántulas encontradas en el muestreo.

Las semillas que se recuperaban se metían a una cámara de germinación a una temperatura constante de 28°C, reportada por McCleery (36) como óptima, y mantenidas sin luz, en base a lo sugerido por Burden (7) en el sentido de que las semillas de *Jobosia* son de fotosensibilidad negativa. El propósito de esto era el de detectar el tipo de latencia en que se encontraban las semillas según la clasificación de tipos de latencia dada por Harper (21). Se tuvo la intención de que las semillas permanecieran en la cámara por un período de 15 días, sin embargo debido a una infección de hongos el período se acortó a 10 días con las semillas recuperadas en los muestreos (1° y 2° de muestreo). McCleery (36) menciona un 100% de germinación a los 9 días, a 28°C, por lo que quizá el período de 10 días fue suficiente para la germinación de semillas que estuvieran en "latencia forzada".

Las semillas que no germinaron en la cámara durante ese período, se separaron y se les hizo la prueba de viabilidad con tetrazolium siguiendo a Colbry et al. (10) y Bonner (4).

El propósito de lo anterior fue el de separar de las semillas recuperadas, la fracción viable de la fracción muera

ta, y de la fracción viable las fracciones con diferente tipo de latencia (si las hubiese), para determinar junto con la fracción depredada y la fracción germinada, su variación temporal, de igual forma, como se ha reportado para especies de Ranunculus por Sarukhán (53).

#### B.- Plántulas.

Para este experimento, se sembraron 1000 semillas en macetas de plástico negro de 30 cm de largo, el 30 de Abril de 1978 en Hermosillo, Sonora. Se introdujo solo una semilla por maceta y se mantuvieron bajo condiciones semicontroladas. Se regaron periódicamente, de tal forma que tuvieron suficiente humedad durante un mes. Sin embargo y probablemente debido a las altas temperaturas, solo un 33% logró germinar.

En este experimento se utilizaron dos factores: niveles de exposición a la depredación y densidad. Para los niveles de exposición a la depredación se utilizaron marcos de madera de 0.9 x 1 m cubiertos con malla de alambre hexagonal, como la utilizada en el experimento con semillas. Estos marcos se distribuyeron en diferentes arreglos para dar los diferentes niveles deseados (Fotos 5, 6, 7). Los niveles fueron:

A).- "Completamente excluidas". En este nivel las plántulas estaban completamente excluidas de roedores, lagomorfos, aves y mamíferos grandes (Foto 5).

Foto 5. - Nivel A de exposición a la depredación (completamente excluidas).

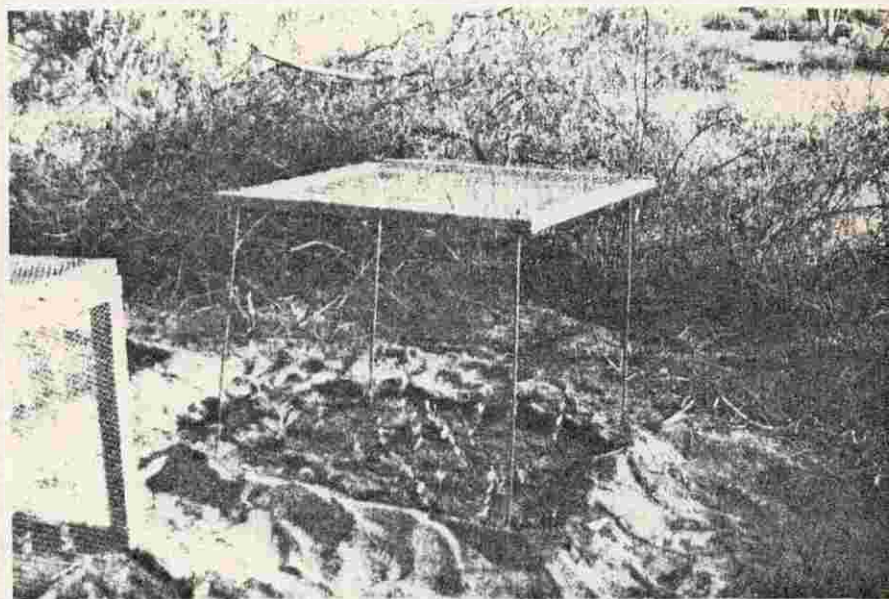


Foto 6. - Nivel B de exposición a la depredación (techadas).

B.- "Techadas". En este nivel las plántulas tenían el libre acceso de roedores y lagomorfos, pero limitaba la actividad de aves y mamíferos grandes (Foto 6).

E.- "Parcialmente excluidas". En este nivel las plántulas estaban completamente rodeadas por malla pero sin techo por lo que quedaban parcialmente protegidas contra roedores y lagomorfos.

F.- "Testigo". En este nivel las plántulas no tenían ninguna sombra artificial, ni protección, lo que permitió el libre acceso a todos los agentes depredadores (Foto 7).

El objetivo de los niveles fué el de saber, en base a la mortandad por nivel, el grado de influencia debido a factores físicos y bióticos y dentro de éstos tratar de diferenciar el papel de cada agente depredador.

Las densidades seleccionadas fueron 10 y 30 plántulas/0.9m<sup>2</sup>. Los criterios que se usaron para establecer las densidades fueron: Una densidad teórica que se pudiera tener bajo monocultivo (4444 plantas/Ha.), la relación de sexos existentes, y la sobrevivencia para plántulas (3.7%) después de dos años encontrada por Sherbrooke (59); todo con el propósito de lograr el establecimiento de al menos una plántula por parcela (0.9 m<sup>2</sup>). La densidad 10/0.9 m<sup>2</sup> se denominó d<sub>1</sub> y la densidad 30/0.9 m<sup>2</sup>, d<sub>2</sub>.

El diseño experimental usado fue un "Completamente al azar". El experimento constó de 8 tratamientos, cada uno con dos repeticiones. Los tratamientos fueron:

Ad <sub>1</sub>	Bd <sub>1</sub>	Ed <sub>1</sub>	Fd <sub>1</sub>
Ad <sub>2</sub>	Bd <sub>2</sub>	Ed <sub>2</sub>	Fd <sub>2</sub>



Foto 7.- Nivel F de exposición a la depredación (testigo).



Foto 8.- Planta protectora con sus parcelas asignadas.

Dado que se tenía el antecedente de que la sobrevivencia de plántulas era mayor en sitios con sombra y protegidos (59) se decidió efectuar el transplante en sitios con sombra. Una parte del área experimental presenta a Olneya tesota como elemento del estrato arbóreo, la cual reúne características de planta protectora. En base a esto y a varias observaciones de plántulas germinadas bajo Olneya se decidió realizar el transplante bajo su copa (Foto 8).

Se seleccionaron 7 individuos de Olneya y mediante un sorteo al azar se le asignaron las 16 parcelas (8 tratamientos con dos repeticiones). El cuadro 7 muestra los datos de cobertura de los 7 individuos así como de las parcelas asignadas a cada uno. Se colocaron 14 parcelas en el lado oeste y 2 en la parte este de los individuos.

#### 1. Transplante y Muestreo.

El transplante se realizó los días 14 y 15 de Julio de 1978. Se transplantaron en total 320 plántulas distribuidas en las 16 parcelas, colocándose 10 ó 30 plántulas por parcela según fuera la densidad correspondiente. Las plántulas al momento del transplante tenían 45 días de edad.

Para el transplante se hicieron perforaciones (dependiendo de la densidad) bajo la copa de Olneya, donde se colocaba el cepellón con la plántula, al que previamente se le había quitado el plástico negro usado como maceta. Posteriormente se colocaban los marcos con malla según fuera el nivel, determinado por el sorteo.

Cuadro 7.- Cobertura en m<sup>2</sup> de plantas protectoras y sus parcelas asignadas.

SITIO	Plantas Protectoras	Cobertura (m <sup>2</sup> )	Parcelas (0.9 m <sup>2</sup> )
Sitio A	Olneya+Lophocereus	35.78	AD <sub>1</sub> R <sub>1</sub> , ED <sub>1</sub> R <sub>2</sub>
Sitio B	Olneya	20.22	AD <sub>2</sub> R <sub>1</sub> , BD <sub>2</sub> R <sub>1</sub> , FD <sub>2</sub> R <sub>2</sub>
Sitio C	Olneya+Lophocereus	54.43	BD <sub>1</sub> R <sub>2</sub> , ED <sub>2</sub> R <sub>2</sub>
Sitio D	Olneya	40.71	ED <sub>1</sub> R <sub>1</sub> , FD <sub>1</sub> R <sub>2</sub>
Sitio E	Olneya+Lophocereus	24.63	ED <sub>2</sub> R <sub>1</sub> , FD <sub>1</sub> R <sub>1</sub> , FD <sub>2</sub> R <sub>1</sub>
Sitio F	Olneya	15.90	AD <sub>1</sub> R <sub>2</sub> , BD <sub>2</sub> R <sub>2</sub>
Sitio G	Olneya	29.22	AD <sub>2</sub> R <sub>2</sub> , BD <sub>1</sub> R <sub>1</sub>

Una vez transplantadas las 320 plántulas, se procedió a regarlas. Cada una de las 16 parcelas se regaron con una cantidad de 20 lts.. Posteriormente, el 22 de Julio y el 29 de Julio se volvieron a regar todas las parcelas con la misma cantidad (20 Lts). De ahí el motivo del alto contenido de humedad el 15 y 29 de Julio en la Figura 14. Los 3 riegos tuvieron como objetivo el favorecer el establecimiento de las plántulas.

Para los muestreos se seleccionó un tamaño de muestra de 10 plántulas por parcela. Para la densidad 10 el muestreo incluía todas las plántulas y para la densidad 30, se seleccionaron mediante la ayuda de una tabla de números al azar, las 10 plántulas que se muestrearían periódicamente.

En cada fecha el muestreo consistía en el registro de:

- a).- Número de plántulas vivas y muertas, así como la causa más probable de su muerte en su caso .
- b).- Altura, No. de tallos, No. de ramificaciones, No. de hojas, No. de nudos, color de las hojas, medición del largo y ancho de 2 hojas, en cada una de las plántulas vivas de las diez originales del muestreo.
- c).- Observaciones tales como marchitez de hojas ó yemas, daños de insectos, signos de actividad de roedores, etc.
- d).- En cada muestreo se tomaba una muestra de suelo a 30 cm. de profundidad en cada uno de los sitios donde estaban distribuidas las 16 parcelas, se pesaban y posteriormente en el laboratorio previo secado, se determinaba el porcentaje de humedad en base a peso.

Con la medición del largo y ancho de 2 hojas por plántula se tuvo una estimación del área foliar. Se multiplicaba largo por ancho de las dos hojas y se sacaba una media, para posteriormente usar la fórmula  $\frac{3}{2}$  largo x ancho x No. de hojas y tener una aproximación del área foliar por plántula (60).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### I.- Banco de semillas.

La introducción de semillas en la comunidad se realizó el 20 de Noviembre de 1978. Los resultados de las recuperaciones periódicas en las subdivisiones, así como el número de semillas germinadas en el campo en cada uno de los cuatro tratamientos se muestran en el Cuadro 8. Como puede observarse se muestran fracciones, que representan medias de cuatro repeticiones (bloques), en el tiempo. El número de recuperaciones fue de siete, representando un período de 165 días,

Los cambios numéricos de las diferentes fracciones de la población de semillas del suelo de Simmondsia chinensis a través del tiempo se pueden observar al graficar los valores del Cuadro 8 (Figura 10). Como se puede observar solo se muestra la fracción germinada, la depredada y la latente. La fracción germinada en la Figura 10 fue suavizada ya que el Cuadro 8 aparentemente nos muestra germinaciones en diferentes épocas a consecuencia del ordenamiento de los muestreos.

Como puede observarse hubo una gran depredación de semillas (remoción de semillas del lugar). La fracción de semillas del banco presente en estado latente llegó a niveles muy bajos en los primeros 19 días (9 Diciembre de 1978), pero su abatimiento ocurrió hasta los 56 días (15 de Enero de 1979). La germinación se disparó a

Cuadro 8.- Destino de las semillas de jojoba, en los cuatro tratamientos (LF= Latencia forzada. LI= Latencia Inducida. M = Muertas) (Media de cuatro repeticiones).

## D-35 Con exclusión

Fecha	Semillas Recuperadas			Semillas depredadas	Semillas germinadas	Población Total
	LF	LI	M			
20 Nov. 78	—	—	—			35
9 Dic. 78	7.75	0.25	0.25	26	0.75	35
16 Dic. 78	0.5	—	—	34.5	—	35
15 Ene. 79	—	—	—	35	—	35
30 Ene. 79	—	—	—	35	—	35
2 Mar. 79	—	—	—	34.75	0.25	35
29 Mar. 79	—	—	—	34.5	0.5	35
3 May. 79	—	—	—	35	—	35

## D-35 Sin exclusion

Fecha	Semillas Recuperadas			Semillas depredadas	Semillas germinadas	Población Total
	LF	LI	M			
20 Nov. 78	—	—	—			35
9 Dic. 78	1.5	0.25	—	32.75	0.5	35
16 Dic. 78	2.75	0.25	—	31.25	0.75	35
15 Ene. 79	—	—	—	34.25	0.75	35
30 Ene. 79	—	—	—	35	—	35
2 Mar. 79	—	—	—	34.75	0.25	35
29 Mar. 79	—	—	—	35	—	35
3 May. 79	—	—	—	32.75	2.25	35

## D-20 Con exclusión

Fecha	Semillas Recuperadas			Semillas depredadas	Semillas germinadas	Población Total
	LF	LI	M			
20 Nov. 78	—	—	—			20
9 Dic. 78	4.5	0.5	—	15	—	20
16 Dic. 78	—	—	—	20	—	20
15 Ene. 79	—	—	—	20	—	20
30 Ene. 79	—	—	—	20	—	20
2 Mar. 79	—	—	—	20	—	20
29 Mar. 79	—	—	—	18.75	1.25	20
3 May. 79	—	—	—	20	—	20

## D-20 Sin exclusion

Fecha	Semillas Recuperadas			Semillas depredadas	Semillas germinadas	Población Total
	LF	LI	M			
20 Nov. 78	—	—	—			20
9 Dic. 78	3	—	0.25	15	1.75	20
16 Dic. 78	3.25	0.25	—	15	1.5	20
15 Ene. 79	—	—	—	19.5	0.5	20
30 Ene. 79	—	—	—	20	—	20
2 Mar. 79	—	—	—	20	—	20
29 Mar. 79	—	—	—	20	—	20
3 May. 79	—	—	—	20	—	20

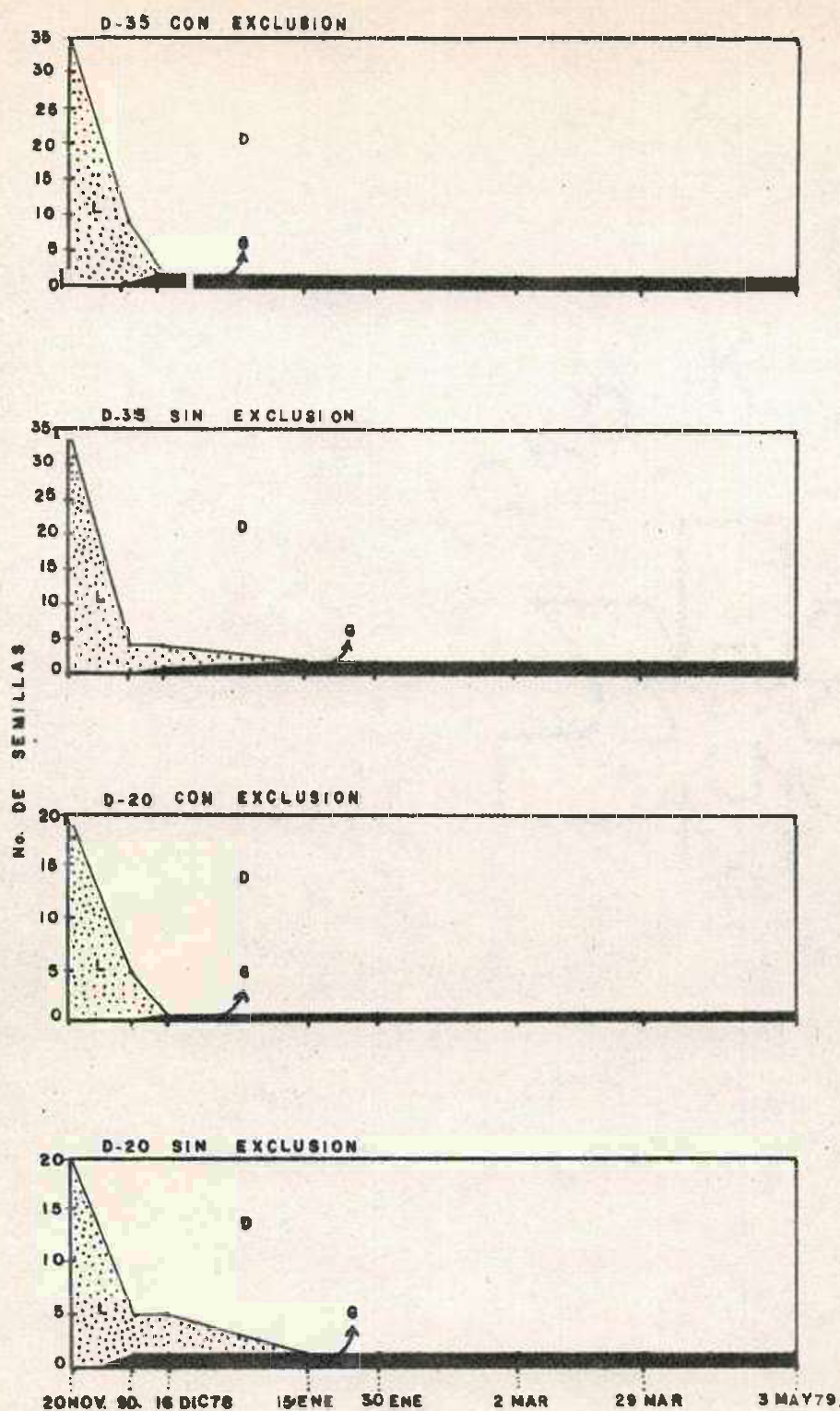


Figura 10.- Cambios numéricos de las diferentes fracciones del banco de semillas introducido (D= fracción depredada, L = fracción en estado latente, G = fracción germinada).



partir de los primeros 19 días (9 de Diciembre de 1978) probablemente por la precipitación del 22 al 24 de Noviembre (30.6 mm) y la emergencia de plántulas se comenzó a observar a partir de los 56 días después de la siembra (15 de Enero de 1979). Al parecer, las semillas que primero lograron entrar en proceso de germinación, son las que lograron escapar a la depredación.

La Figura 11 muestra el contenido de humedad promedio para los sitios donde se sembraron las semillas.

Aunque no probado estadísticamente, la fracción en estado latente de los tratamientos sin exclusión duró más tiempo en agotarse con respecto a los tratamientos con exclusión, posiblemente por algún tipo de atracción a los depredadores por la estructura usada como exclusión.

Los agentes responsables de la depredación fueron roedores. Se pudieron capturar varios roedores mediante trampas con semillas de jojoba; sin embargo no fue posible identificarlos, ni determinar si se trataba de una o más especies. Al parecer los roedores capturados pertenecen a la familia Heteromyidae.

El Cuadro 9 muestra el análisis de varianza para depredación de semillas, hecho con los datos del 15 de Febrero de 1979. Como puede observarse no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

El análisis de varianza muestra que la diferencia significativa ocurrió entre bloques. La mayor parte de la recuperación de semillas y la totalidad de las plántulas, se observaron en el bloque 1° (sin Olneya). Lo anterior puede ser de importancia, ya que indica que probablemente la depredación y germinación de semillas es variable dentro de la comunidad. Tal variación quizás está relacionada con varios factores. Observaciones posteriores han mostrado que la depredación disminuye, cuando la introducción de semillas

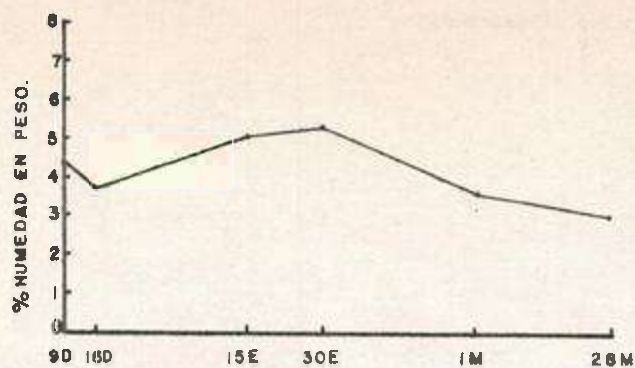


Figura 11.- Curva de humedad del suelo para los sitios con semillas de jójoba.

Cuadro 9.- Análisis de varianza para depredación de semillas de jójoba.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	f.c.	.05	$f_{\alpha}$ .01	
Bloques	3	209.7	69.9	11.3	3.86	6.99	**
Tratamientos	3	12.9	4.3	0.69	3.86	6.99	N.S.
Error	9	55.7	6.18				
Total	15	278.3					

se aleja más de la época de diseminación natural de las semillas. Otros factores que quizá puedan tener influencia son: densidad de jobjoba, distancia métrica de las semillas a la planta progenitora (26), estructura de la comunidad vegetal (los bloques 1a y 2a se colocaron en sitios sin O. tesota y los bloques 1b y 2b en sitios con O. tesota), densidad de roedores (41), o frecuencia de micrositios favorables para la germinación (21).

Sherbrooke (58) considera como importante el papel de P. baileyi como agente dispersor de las semillas de jobjoba. En base a esto, es posible que un porcentaje de las semillas removidas en la comunidad bajo estudio pudiera germinar, en las galerías de los roedores responsables de su remoción. Sin embargo resulta difícil evaluar el porcentaje de las semillas que pudiera germinar en las galerías de los roedores, aunque se presume que es bajo, pues su papel aparente es de depredación más que diseminación.

Considerando al número total de semillas introducidas, - solo un 2.31% fue recuperado, 1.53% germinó y 96.16% fue depredado. Sin embargo, del total de "semillas no recuperadas" (5158) se observó que solo un 1.18% logró germinar. Ya que hubo mortalidad en pre-emergencia y post-emergencia de plántulas (algunas eliminadas por roedores), solo un 0.60% de las semillas no recuperadas llegó a ser plántula en los primeros 102 días (2 de Marzo de 1979), que fue cuando se observó un mayor número de plántulas. A partir de esta fecha empezó a disminuir el número de plántulas vivas, probablemente por efecto de la sequía.

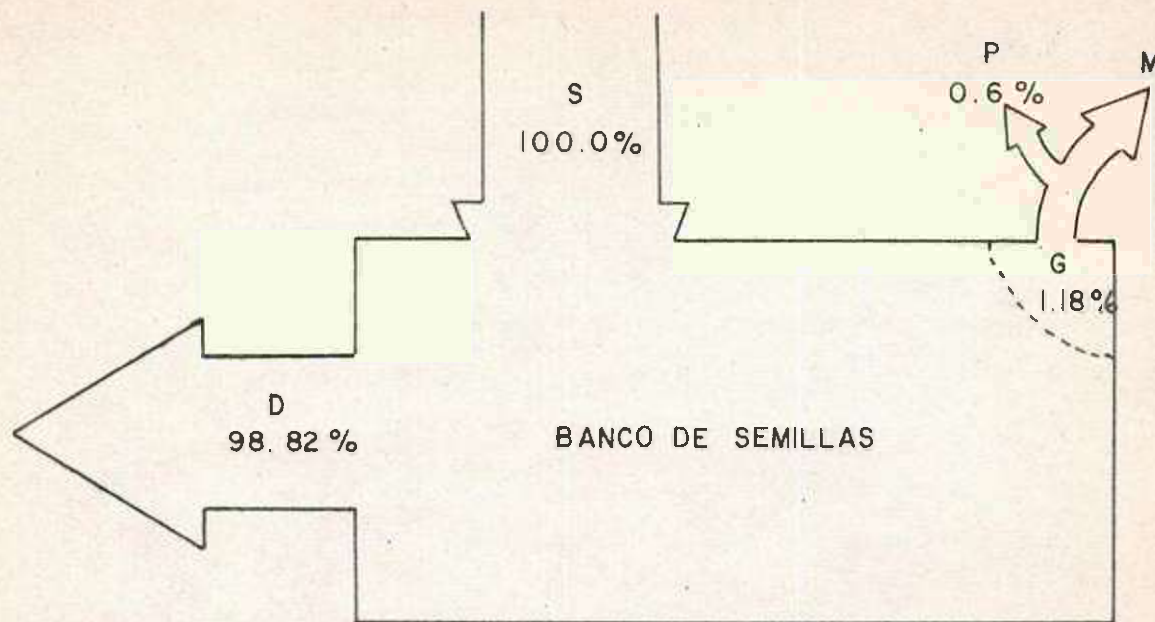
El porcentaje de semillas que logra germinar (1.18) no es tan bajo si lo comparamos con lo estimado para otras especies perennes. Para Carnegiea gigantea, Steenbergh y Lowe (68) encontraron un 0.29%

de germinación (de 64,000 semillas introducidas), mientras que bajo las condiciones de una selva baja caducifolia, Guevara (19) encontró que el porcentaje de semillas de Cordia elaeagnoides que logró germinar en la época de lluvias representó el 1.39% del total de semillas viables originalmente introducido, valor muy similar a lo encontrado para jojoba.

El diagrama de la Figura 12 muestra el destino del banco de semillas de jojoba introducida al suelo para las condiciones de la comunidad bajo estudio.

Es importante señalar que la estación en que se observó la germinación de las semillas y la emergencia de plántulas fue a finales de Otoño y en la estación Invernal. Murrrieta y Castellanos (39) en la misma área encontraron una emergencia gradual de plántulas durante los primeros meses de 1978 (Invierno). La germinación de las plántulas estudiadas por Sherbrooke (59) fue disparada por precipitación en el mes de Octubre de 1974 (Otoño), sin embargo menciona que se desconoce si existe alguna época de germinación más favorable para el establecimiento de plántulas, por lo que quizá lo expresado por Gentry (16) acerca de la importancia de la precipitación invernal en la sobrevivencia de jojoba, sea también importante como época favorable para la germinación de semillas en la comunidad bajo estudio.

Cabe señalar también que, el hecho de que la introducción de semillas al suelo no haya coincidido con la época de diseminación natural de la semilla y el diseño experimental usado, pueden haber afectado de alguna forma el comportamiento de los roedores, así como los resultados del presente estudio.



S. = Introducción o lluvia de semillas al banco (siembra)

G. = Fracción de semillas que germina

P. = Fracción de semillas que llega a ser plántula

D. = Depredación de semillas del banco

M. = Mortandad de semillas germinadas

Figura 12.- Destino del banco de semillas de jojoba para las condiciones de la comunidad estudiada.

## II.- Plántulas,

### A.- Población total,

El número de plántulas que se transplantaron fue 320, acomodadas en diferentes tratamientos, crecidas bajo condiciones similares y con una edad de 45 días aproximadamente.

El primer muestreo en el campo se hizo un día después del trasplante (15 de Julio de 1978). Se escogieron al azar 160 plántulas, mismas que se usaron en todos los muestreos posteriores. La Figura 13 muestra los histogramas de: altura, número de hojas y área foliar para las plántulas transplantadas, construidos con los datos del primer muestreo. Como se puede observar las plántulas en 45 días tuvieron una altura media de 12.22 cm, un número medio de hojas de 15.8 y un área foliar media de 55.22 cm<sup>2</sup>. Se hizo la prueba de bondad de ajuste para cada distribución y ninguna se ajustó a una normal (para altura  $\chi^2 = 72.01 > \chi^2 c. (.05) = 12.59$ , para número de hojas  $\chi^2 = 101.11 > \chi^2 c. (.05) = 12.6$  y para área foliar  $\chi^2 = 66.42 > \chi^2 c. (.05) = 14.06$ ).

Entre altura y número de hojas hubo un coeficiente de correlación de + 0.36 significativo ( $p > 0.001$ ). Entre número de hojas y área foliar hubo un coeficiente de correlación de + 0.63, altamente significativo ( $p > 0.001$ ).

La Figura 14 muestra el contenido de humedad promedio para los sitios con plántulas a través del tiempo.

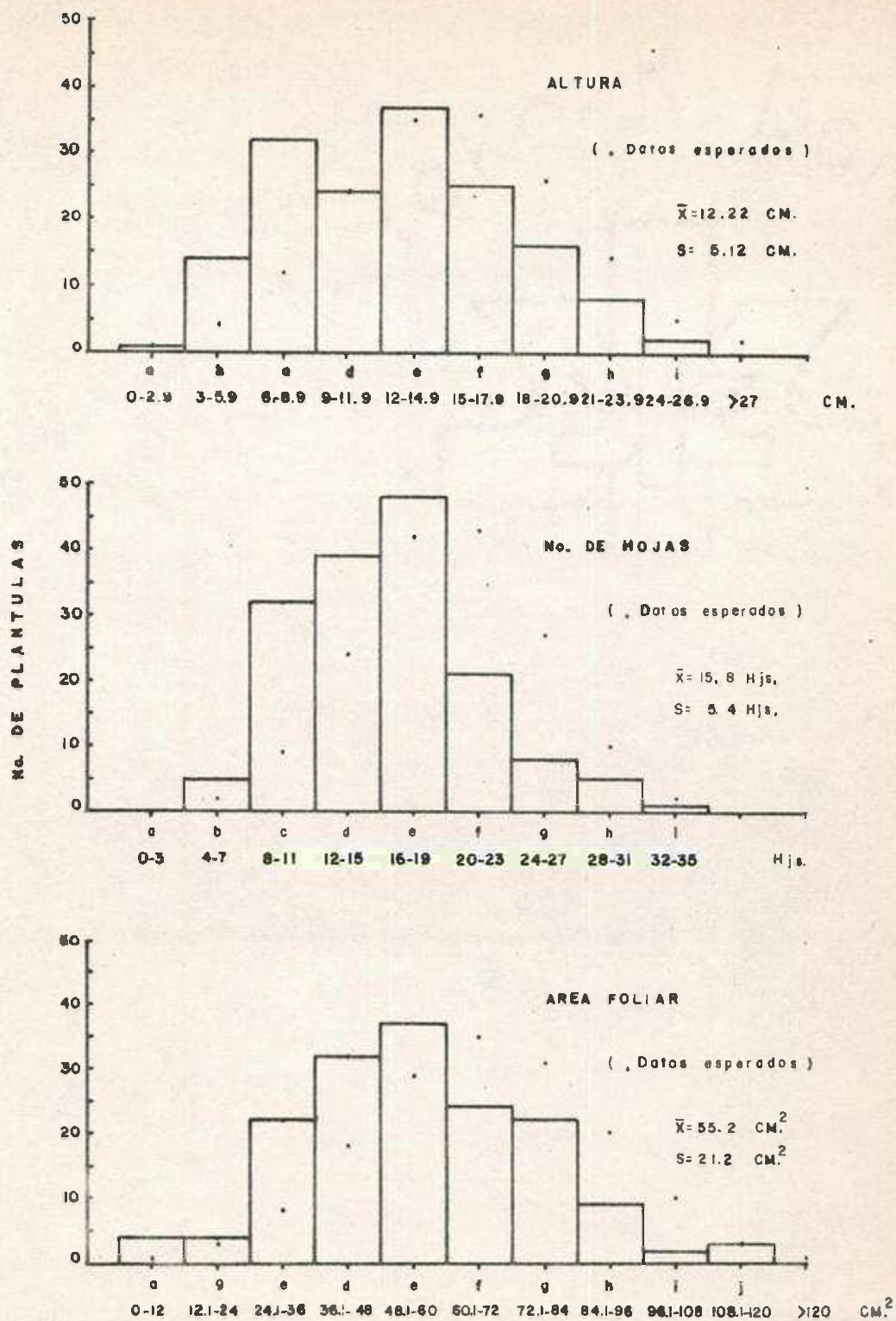


Figura 13.- Histogramas de altura, número de hojas y área foliar de las plántulas de jojoba transplantadas.

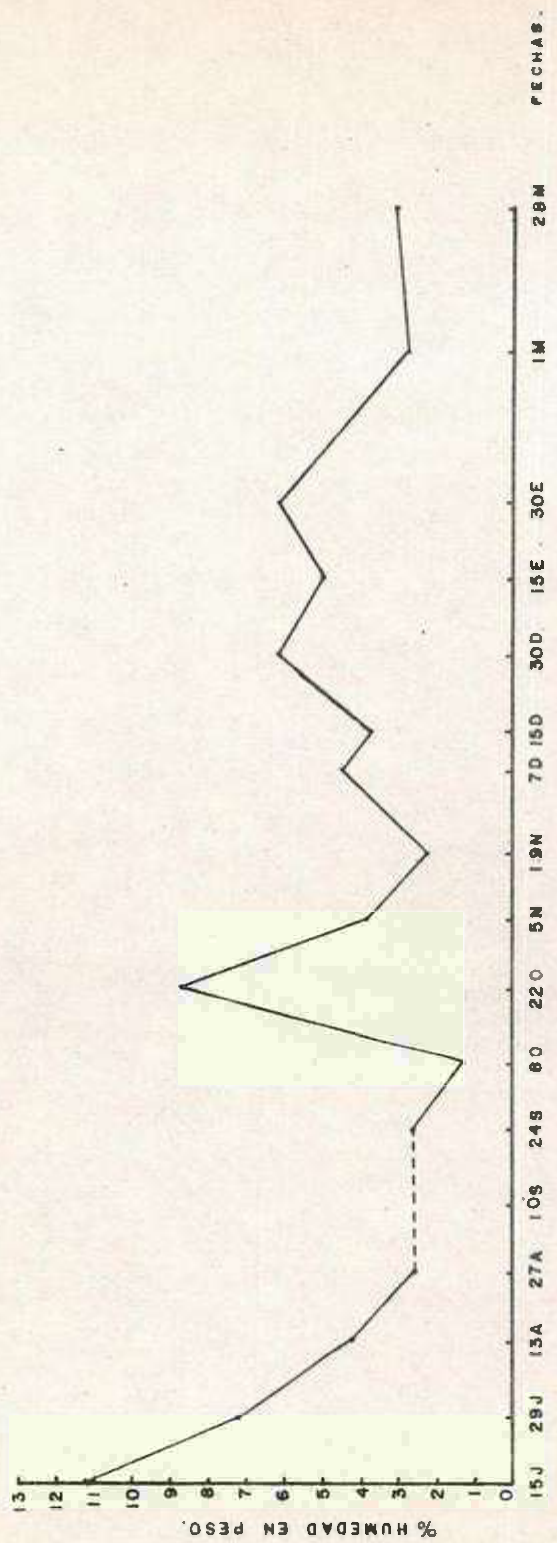


Figura 14.- Curva de humedad del suelo para los sitios con plántulas de jojoba durante el período de estudio.



La mortalidad de plántulas empezó a los pocos días después del trasplante. Al graficar el número de plántulas vivas encada uno de los muestreos a través del tiempo, se obtuvo una curva de sobrevivencia para la población, hasta los 257 días después del trasplante (Figura 15) (Verano, Otoño e Invierno). Como se puede ver en la curva, la mortalidad fue más o menos constante, desde los pocos días después del trasplante hasta el 5 de Noviembre (por un período de 114 días), a partir del cual la curva se estabiliza posiblemente por la precipitación (21-23 Octubre = 32.4 mm ver curva de humedad Figura 14)

La curva de sobrevivencia de la población (Figura 15) muestra un patrón similar al de otras perennes xerófilas, en donde la mortalidad se acentúa hacia las estaciones más secas, donde las condiciones ambientales son más críticas para las plántulas (46, 57, 59, 75) y disminuye en las estaciones menos áridas.

Considerando la mortalidad total para el período (257 días) fue posible construir una curva de mortalidad para la población de plántulas (Figura 16). Al observar la curva, destacan 2 períodos (13 al 27 de Agosto y 24 de Septiembre al 8 de Octubre) donde ocurre la mayor mortalidad que contribuye con 40% del total del período. Los cambios que expresa la curva, es probable que refleje las diferencias de intensidad de los factores responsables de la mortalidad.

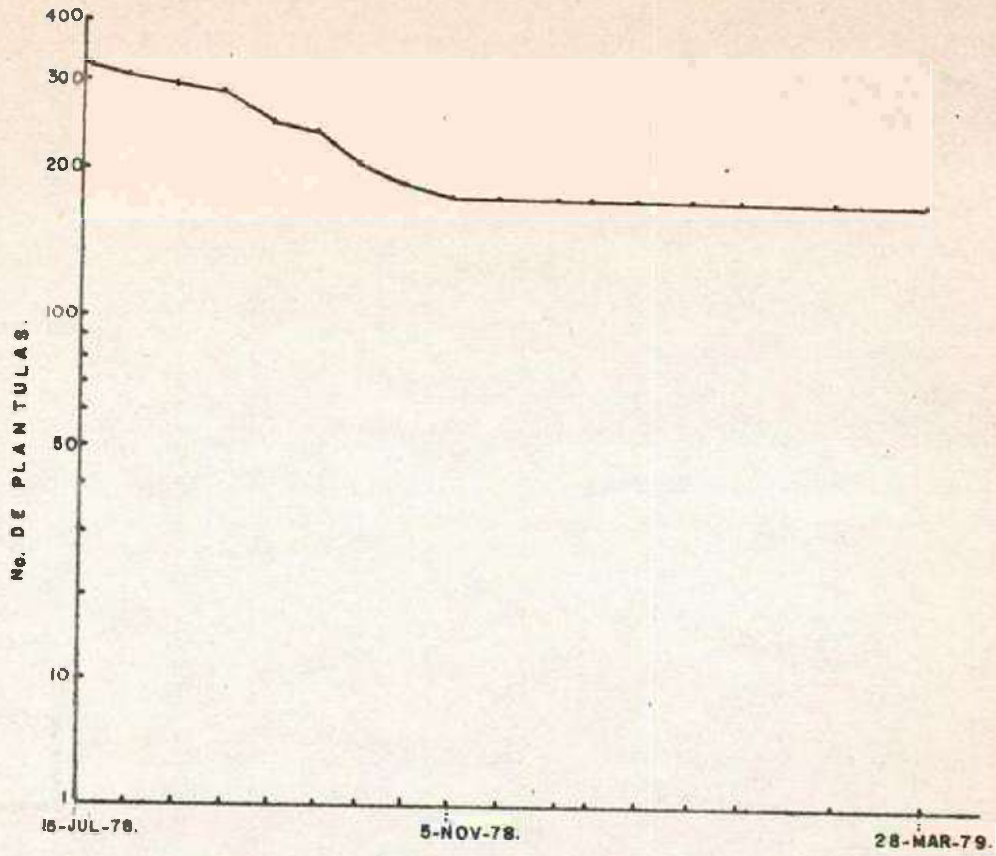


Figura 15.- Curva de sobrevivencia para la población de plántulas de jojoba transplantadas.

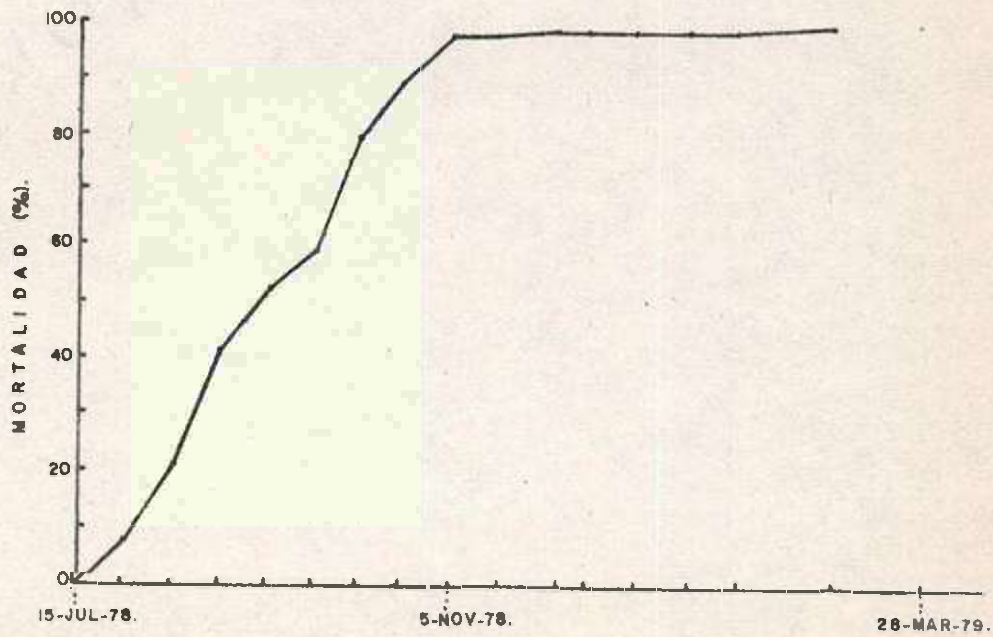


Figura 16.- Curva de mortalidad para la población de plántulas durante el periodo de estudio.

La mortalidad registrada para la población en el período 15 de Julio al 5 de Noviembre fue de 1.25 plántulas/día (0.37%/día). Después del 5 de Noviembre sólo 2 plántulas murieron, probablemente por su incapacidad para recuperarse de los efectos sufridos durante el período de mortalidad. El 8 y 9 de Diciembre se registraron temperaturas de  $-1^{\circ}\text{C}$ , sin embargo no se observó que hallan causado muerte a ninguna plántula, similar a lo notado por Sherbrooke (59) en Arizona.

El crecimiento para la mayoría de los individuos sobrevivientes se registró a partir del 15 de Diciembre y continuó hasta el 28 de Marzo (1979), fecha en que cesó (Figura 21). Al comparar la curva de crecimiento y mortalidad (Figuras 21 y 16) con la precipitación en el área (Figura 9) resaltan varios puntos:

- a).- Al parecer la estabilización de la mortalidad, a partir del 5 de Noviembre, se debió a la precipitación de Octubre (21-23 Octubre= 32.5 mm).
- b).- Durante Noviembre, donde hubo una precipitación apreciable y concentrada en pocos días (22-24 Noviembre= 30.6 mm), no hubo una respuesta aparente en las plántulas.
- c).- Al parecer el crecimiento fue disparado a partir del 15 de Diciembre por la precipitación (16-30 Diciembre=64 mm), o por haber contribuido a alcanzar un nivel disparador.

Sin embargo es probable que la precipitación no sea el único factor involucrado. Al observar la tendencia de la temperatura durante Octubre y Noviembre es posible detectar una disminución considerable, por lo que

la estabilización de la mortalidad es probable que no se halla debido únicamente a la precipitación.

Durante Noviembre, donde no hubo una respuesta aparente en las plántulas a pesar de que hubo una cantidad apreciable de precipitación, es posible que las plántulas tuvieron un período de recuperación del "stress" sufrido.

El 8 y 9 de Diciembre la temperatura llegó a  $-1^{\circ}\text{C}$ , la cual quizá de alguna forma halla tenido influencia en las plántulas.

El crecimiento para la mayoría de los individuos, sobrevivientes estuvo concentrado en un período de 104 días, que es cercanamente coincidente con la estación invernal. El crecimiento que se registró en la población fue de 1 hoja cada 16 días.

Después de 45 días de crecimiento bajo condiciones semicontroladas, las plántulas tuvieron una altura media de 12.22 cm y un número medio de hojas de 15.8 . Después de 257 días (hasta el 28 de Marzo de 1979) y bajo condiciones de la comunidad bajo estudio, las plántulas sobrevivientes tuvieron una altura media de 15.10 cm y un número medio de hojas de 21.6. El crecimiento para la población sobreviviente fue 2.88 cm en altura y 5.8 en número de hojas. Como puede verse, el crecimiento bajo las condiciones de la comunidad fue mucho menor.

La época de crecimiento de las plántulas solo coincide parcialmente con una de las épocas de crecimiento de las plántulas de Sherbrooke (59). Este autor notó crecimiento nuevo en la mayoría de las plántulas en los períodos Marzo-Abril y Julio-Septiembre. Aunque faltaría observar si existe otra época de crecimiento en las plántulas bajo estudio, parece ser que la precipitación invernal es de importancia para las plántulas de jobjoba en la comunidad estudiada.

Es posible detectar 2 etapas importantes para la población sobreviviente: una etapa en la que se concentra la mayor parte de la mortalidad, con una duración de 114 días (Etapa A), la cual ocurrió en parte del verano y en otoño. La otra etapa fué donde se registró la mayor parte del crecimiento en las plántulas, con una duración de 104 días (Etapa B), la cual es cercanamente coincidente con la estación invernal.

La Figura 17 muestra los histogramas para el número de hojas del 5 de Noviembre-1978 (final de la Etapa A) y del 28 de Marzo-1979 (final de la Etapa B). Al comparar el histograma para número de hojas del 15 de Julio (Figura 13) con el del 5 de Noviembre se pueden observar los cambios sufridos en la distribución por la eliminación de individuos en el período A. Aparentemente hubo una eliminación en todas las clases, principalmente en las clases c, d y e. Al comparar el histograma del 5 de Noviembre con el del 28 de Marzo de 1979 se puede observar un desplazamiento hacia mayor número, debido al crecimiento en el período B.

Los histogramas para área foliar en las mismas fechas no se muestran, ya que mostraron un mismo patrón, lo cual es lógico al haber una correlación positiva y significativa entre número de hojas y área foliar (para el 28 de Marzo de 1979 coeficiente fué +0.80,  $p > 0.001$ ).

Ya que se hicieron muestreos periódicos de las plántulas, es posible analizar en detalle lo ocurrido en las Etapas A y B. Es posible detectar el número de plántulas sobrevivientes que mostraron incrementos en número de hojas (+), decrementos ó pérdidas de hojas (-) y las que no mostraron ningún cambio (0)-

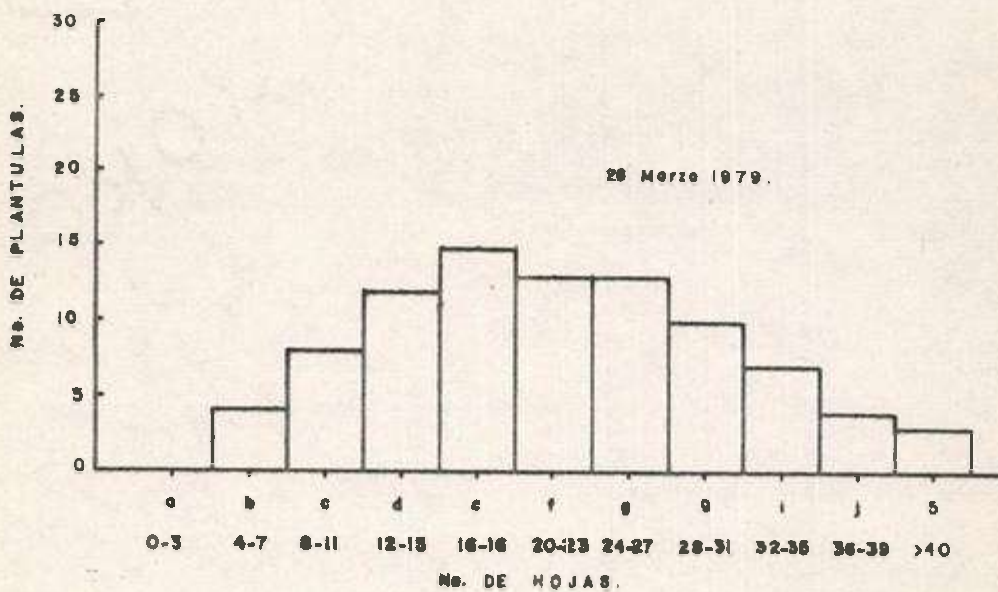
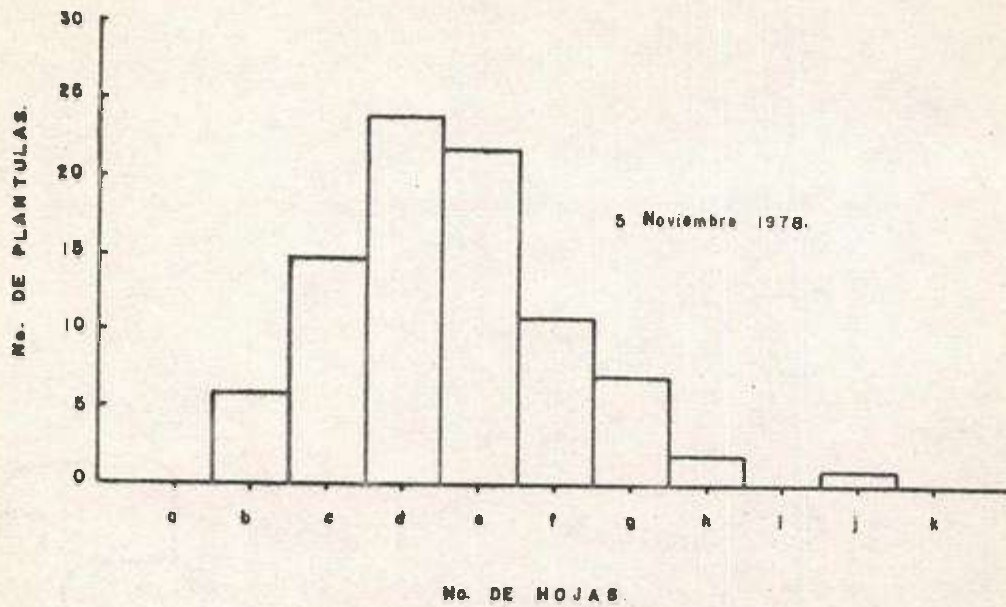


Figura 17.- Histogramas de número de hojas de las plántulas de jojoba para dos fechas.

en cada una de las dos etapas mencionadas. La consideración del número de hojas se hizo en base a que, como se verá más adelante, fue el parámetro más indicativo de crecimiento.

El Cuadro 10 fue hecho con los datos de los muestreos de ambas etapas. Del cuadro 10 es posible observar: la predominancia de crecimiento negativo y nulo en la etapa A (71.91%) y la predominancia de crecimiento positivo en B (83.15%). Todas las plántulas que tuvieron un crecimiento positivo en la etapa A, tuvieron un crecimiento positivo en la etapa B. La mayor parte de las plántulas que tuvieron un crecimiento negativo en la etapa A, tuvieron un crecimiento positivo en la etapa B (80%) y una pequeña fracción tuvo crecimiento negativo y nulo (20%). La mayor parte de las plántulas que tuvieron crecimiento nulo en la etapa A, tuvo crecimiento positivo en la etapa B (70.8%) y una pequeña fracción crecimiento negativo y nulo (29.2%).

Lloyd y Webb (31) en su revisión sobre caracteres sexuales secundarios en plantas, han sugerido que a pesar de haber pocos estudios sobre crecimiento prereproductivo en los sexos de especies dioicas, las evidencias sugieren que si existen diferencias en el crecimiento entre los sexos. White y Harper (80) consideran que en las poblaciones se desarrolla una "jerarquía" de explotación de recursos entre sus miembros, lo que acarrea tasas diferenciales de crecimiento y a su vez lleva al desarrollo de dominancia y supresión. De ahí que la diferencia en la respuesta del crecimiento de las plántulas en los 2 períodos es probable que esté expresando la variabilidad de los genotipos sobrevivientes en la población, alguna expresión sexual secundaria de las plántulas ó alguna interacción entre ambos. Ya que ninguna plántula ha-

Cuadro 10. - Diferencias del crecimiento en la población de plántulas de jojoba, en 2 periodos.

Número de plántulas en cada combinación de crecimiento

- en A y + en B = 32  
 + en A y + en B = 25  
 0 en A y + en B = 17  
 - en A y - en B = 6  
 0 en A y 0 en B = 4  
 0 en A y - en B = 3  
 - en A y 0 en B = 2  
 Total = 89

Relación A y B

		A			%
		+	-	0	
B	+	25	32	17	83.15%
	-	0	6	3	10.11%
	0	0	2	4	6.74%
%		28.09%	44.94%	26.97%	100%

A= Período 15 Jul. - 15 Dic. 78

B= Período 15 Dic. 78 - 28 Mar. 79

+ = Aumento en el No. de Hojas

- = Disminución en el No. de Hojas

0 = Ningun cambio en el No. de Hojas



expresado su sexo, lo anterior es de naturaleza hipotética. Puesto que se tienen registros individuales, una vez que hallan expresado su sexo se podrá probar tal hipótesis.

Ya que los muestreos incluían el número de ramificaciones por plántula, fué posible construir un cuadro con los porcentajes de plántulas con un número determinado de ramificaciones, con respecto a la población total el 15 de Julio de 1978 y con respecto a la población sobreviviente el 5 de Noviembre de 1978 y el 28 de Marzo de 1979 (Cuadro 11).

Debido a que entre el 15 de Julio y el 5 de Noviembre fué el período de mortalidad, las diferencias en los porcentajes de plántulas en el Cuadro 11 entre ambas fechas denotan los cambios sufridos entre la población total y la población sobreviviente; es decir en ese período hubo una eliminación de individuos que cambió levemente los porcentajes. Cabe hacer notar que a los pocos días después del trasplante se observaron plántulas que comenzaron a mostrar síntomas de marchitez de las hojas tiernas (terminales), que posteriormente conducía a la marchitez de la yema terminal, observándose a través del tiempo un número notable de plántulas en esta condición. Al comparar los porcentajes entre los individuos sobrevivientes del 5 de noviembre de 1978 y el 28 de Marzo de 1979 (solo 2 muertes) es posible observar un aumento notable en las ramificaciones de las plántulas, debido muy probablemente a la muerte de las yemas terminales por la sequía, lo que provocó con la avenida de condiciones apropiadas para el crecimiento, una brotación de las yemas axilares inferiores que dieron origen a las ramificaciones en las plántulas.

Cuadro 11.- Porcentajes de plántulas de jojoba con diferente número de ramificaciones, en tres diferentes fechas,

Fecha	OR	1R	2R	3R	4R	5R	6R	7R	>7R
15-VII-78	71.3%	15.6%	11.3%	0.6%	1.2%				
5-XI-78	63.5%	20.4%	9.9%	4.0%	2.2%				
28-III-79	35.5%	12.9%	24.5%	8.8%	5.9%	2.9%	3.8%	1.8%	3.9%

Cuadro 12.- Análisis de varianza para sobrevivencia de plántulas de jojoba, al 28 de Marzo de 1979.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	0.05	F $\alpha$ 0.01.	
Densidad	1	34.81	34.81	0.100	5.32	11.26	N.S.
Exposición	3	4659.51	1553.17	4.49	4.07	7.59	*
Int. Den. y Exp	3	2721.55	907.18	2.62	4.07	7.59	N.S.
Error	8	2761.56	345.19				
Total	15	10177.43					

D M S	
A = 67.5%	a
E = 61.3%	a
B = 57.5%	a
F = 30.0%	d

Cuadro 13.- Prueba de independencia entre densidades, sobrevivencia y niveles de exposición a la depredación en las plántulas de jojoba (prueba de G).

Para las 3 variables  
 $G = 105.056$  \*\*\*  $\chi^2 (0.001) (10) = 29.588$   
 No hay independencia entre las variables

Para sobrevivencia y exposición  
 $G = 13.478$  \*  $\chi^2 (0.05) (3) = 7.815$   
 Hay dependencia entre sobrevivencia y exposición

Para densidad y sobrevivencia  
 $G = 0.102$   $\chi^2 (0.05) (1) = 3.841$   
 Son independientes.

Como caso especial cabe notar la ocurrencia de 3 individuos (0.93% del total) que presentaron todos los síntomas de una plántula muerta en el primer período (A) y que lograron rebrotar en el segundo período (B); sin embargo hacia finales del segundo período solo una sobrevivió.

Debido a que el crecimiento en algunas plántulas estuvo concentrado en las ramificaciones y a que los muestreos incluían solo la altura del tallo o ramificación más alta, no fue posible registrar el crecimiento real en algunas plántulas (en altura) y es por ese motivo que se consideró al número de hojas como el parámetro más indicativo del crecimiento.

La muerte de la yema terminal y la subsecuente brotación de las yemas axilares inferiores en el tallo principal, es semejante a lo notado por Paulsen (46) para Prosopis y por Gentry (16) para jojoba.

#### B.- Análisis de los tratamientos.

El diseño experimental usado fue un factorial con una distribución completamente al azar; los factores de variación fueron densidad, que incluyen 10 y 30 plántulas por 0.9 m<sup>2</sup> (D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub>) y nivel de exposición a la depredación que incluye cuatro niveles; completamente excluido (A), parcialmente excluido (E), techado (B) y testigo (F).

Los datos de sobrevivencia del 28 de Marzo de 1979 se analizaron de dos formas; mediante un análisis de varianza utilizando los porcentajes de sobrevivencia y mediante una prueba de independencia para tablas múltiples usando la prueba de G -- (Sokal y Rohlf, (67)), con números absolutos (número medio de sobrevivientes en las 2 repeticiones).

Los Cuadros 12 y 13 muestran el análisis de los datos, y en ambos casos se llegó a las mismas conclusiones. Con el análisis de varianza se llega a establecer que no existen diferencias significativas entre densidades y que no hubo interacción entre densidades y niveles de exposición a la depredación. Se concluye que existen diferencias significativas entre niveles de exposición a la depredación. Mediante la prueba de independencia se llega a concluir que no hay independencia entre -- las variables y que densidad y sobrevivencia son independientes, -- por lo que la dependencia es entre sobrevivencia y exposición. Mediante la prueba de diferencias mínima significativa (DMS), se llegó a establecer que: no hay diferencia significativa entre -- los niveles A, B y E; encontrándose diferencia significativa solo entre el nivel F y los demás niveles.

Ya que la diferencia fué entre el nivel F y los niveles A, B y E, esto permite para su interpretación, agrupar los niveles A, B y E dejando aparte el nivel F. La Figura 18 muestra -- las curvas de sobrevivencia para cada nivel de exposición, en -- donde puede observarse el diferente patrón de la curva F con -- respecto a los demás niveles. Cada curva fue construida con -- siderando el número medio de sobrevivientes entre las dos repeti

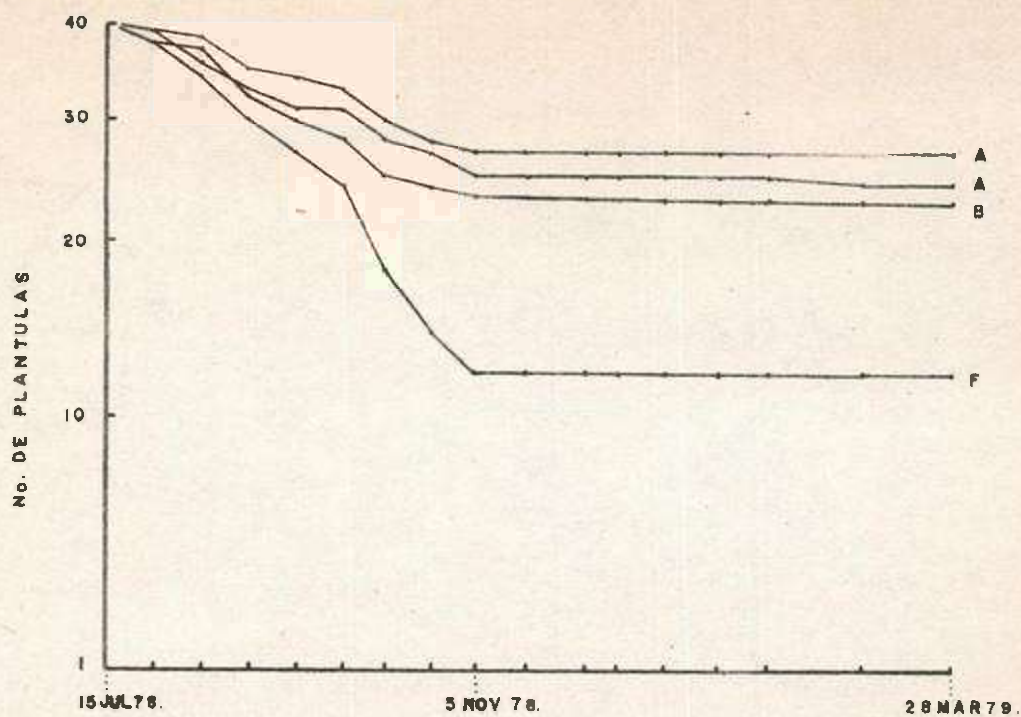


Figura 18.- Curvas de sobrevivencia en plántulas de jojoba, para cada nivel de exposición a la depredación.

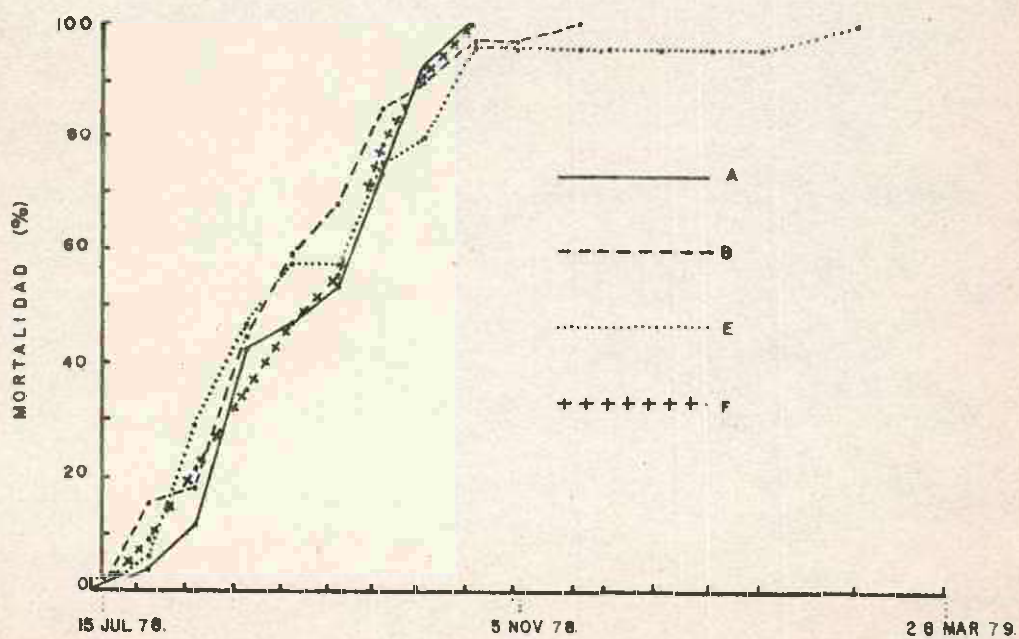


Figura 19.- Curvas de mortalidad acumulativa en plántulas de jojoba, para cada nivel de exposición a la depredación.

ciones y las dos densidades. Como puede observarse muestran el mismo patrón que la población total, considerando el período A de mortalidad.

En la Figura 19 se muestran las curvas de mortalidad para cada nivel, considerando la mortandad en cada fecha con respecto al total en el período. Como puede observarse se notan ciertas etapas en las que la mortalidad cambia en los diferentes niveles. Sin embargo, al parecer muestran un patrón similar, por lo que las diferencias entre los niveles reside en el número de individuos eliminados en ese período - - - --- La mortalidad por nivel, considerando al total de individuos al inicio (80), en el período A son: 1 individuo/4.2 días para el nivel A, 1 individuo/3.3 días para el nivel B, 1 individuo/3.6 días para el nivel E y 1 individuo/1.9 días para el nivel F. La tasa más alta correspondió al nivel F.

Con el propósito de evaluar las presiones selectivas ejercidas sobre la población de plántulas, se construyó la Figura 20. Tal Figura muestra la sobrevivencia de plántulas asociada con número de hojas y área foliar calculada con los registros individuales de las plántulas. Es decir, representa la probabilidad de sobrevivencia asociada con número de hojas y área foliar para el período considerado.

La Figura 20-1 muestra la sobrevivencia para cada clase de número de hojas inicial, considerando a todos los niveles de exposición a la depredación (A, B, E y F). La Figura 20-2 muestra la sobrevivencia para cada clase de número de hojas inicial, considerando solo a los niveles A, B y E. La Figura 20-3 muestra la sobrevivencia para cada clase de área foliar (cm<sup>2</sup>) inicial, considerando solo a los niveles A, B y E.

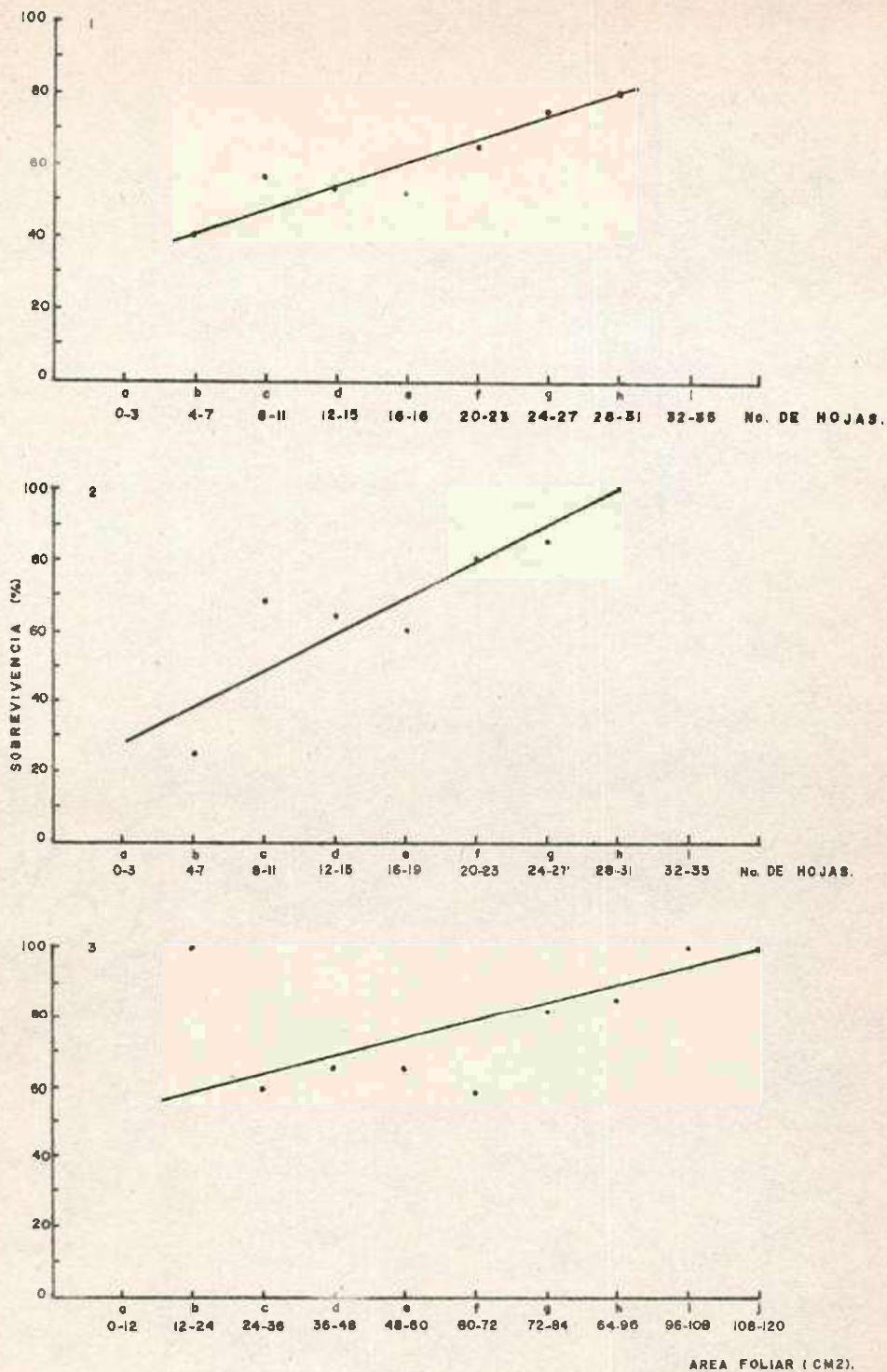


Figura 20.- Relación de sobrevivencia de plántulas de jojoba con número de hojas y área foliar (líneas trazadas por inspección).

Como puede observarse existe una tendencia hacia mayor sobrevivencia con mayor número de hojas y área foliar. Los histogramas iniciales (Figura 13 ) mostraron la variación para el número de hojas y área foliar en las plántulas de una misma edad y -- crecidas bajo condiciones similares hasta el momento del transplante en la comunidad. En el período A hubo una eliminación de plántulas. Esta eliminación actuó selectivamente, eliminando a los individuos de menor número de hojas y área foliar en mayor proporción. De esta forma, existe una mayor probabilidad de sobrevivencia en los individuos de mayor número de hojas y área foliar.

Así, el número de hojas parece ser un carácter con alto "valor de sobrevivencia". Dado lo anterior, es probable que de las semillas que logren germinar al mismo tiempo -- en una comunidad, aquéllos genotipos que posean una mayor tasa de crecimiento relativo que les permita poseer una mayor área fotosintética en menor tiempo, tendrán una mayor probabilidad de sobrevivir y ser favorecidos selectivamente.

Ha sido sugerido (63) que la selección natural actúa sobre las plántulas de perennes xerófilas, eliminando a las de sistema radicular superficial y favoreciendo a aquellas que desarrollen un sistema radicular profundo que les permita extraer humedad de mayor profundidad. Sin embargo esta hipótesis no pudo ser probada para las plántulas bajo estudio.

El Cuadro 14 y Figura 21 muestran la altura y el número de hojas promedio para la población sobreviviente hasta el 28 de Marzo de 1979, para cada uno de los niveles de expo-



Cuadro 14.- Altura y número de hojas promedio de las plántulas de jojoba, en los 4 niveles de exposición a la depredación a través del tiempo.

A	15 Jul.	15 Dic.	28 May.
Altura	11.8	13.4	15.6 Cm.
Hojas	16.2	16.2	21.8
B	15 Jul.	15 Dic.	28 May.
Altura	13.0	13.9	15.6
Hojas	16.6	15.9	22.5
E	15 Jul.	15 Dic.	28 May.
Altura	12.7	13.4	14.6
Hojas	15.7	15.3	19.9
F	15 Jul.	15 Dic.	28 May.
Altura	11.8	12.5	12.4
Hojas	16.2	11.3	14.6

Cuadro 15.- Agentes responsables de la mortalidad de plántulas de jojoba, en cada nivel de exposición a la depredación, a los 257 días después del trasplante.

Nivel	Sobr.	Mort.	Agentes Responsables	Factores Responsables
A	67.5%	32.5%	53.8% Sequía	92.3% Climáticos
			38.5% Transplante	
			7.7% Roedores	7.7% Bióticos
			100.%	
B	57.5%	42.5%	38.2% Transplante	73.5% Climáticos
			35.3% Sequía	
			26.5% Roedores	26.5% Bióticos
			100.%	
E	61.3%	38.7%	58.1% Transplante	93.6% Climáticos
			35.5% Sequía	
			3.2% Perd. Clorofila	3.2% Genético
			3.2% Hormigas	3.2% Bióticos
		100.%		
F	30%	70%	46.4% Sequía	60.7% Climáticos
			14.3% Transplante	
			39.3% Roedores	39.3% Bióticos
			100.%	

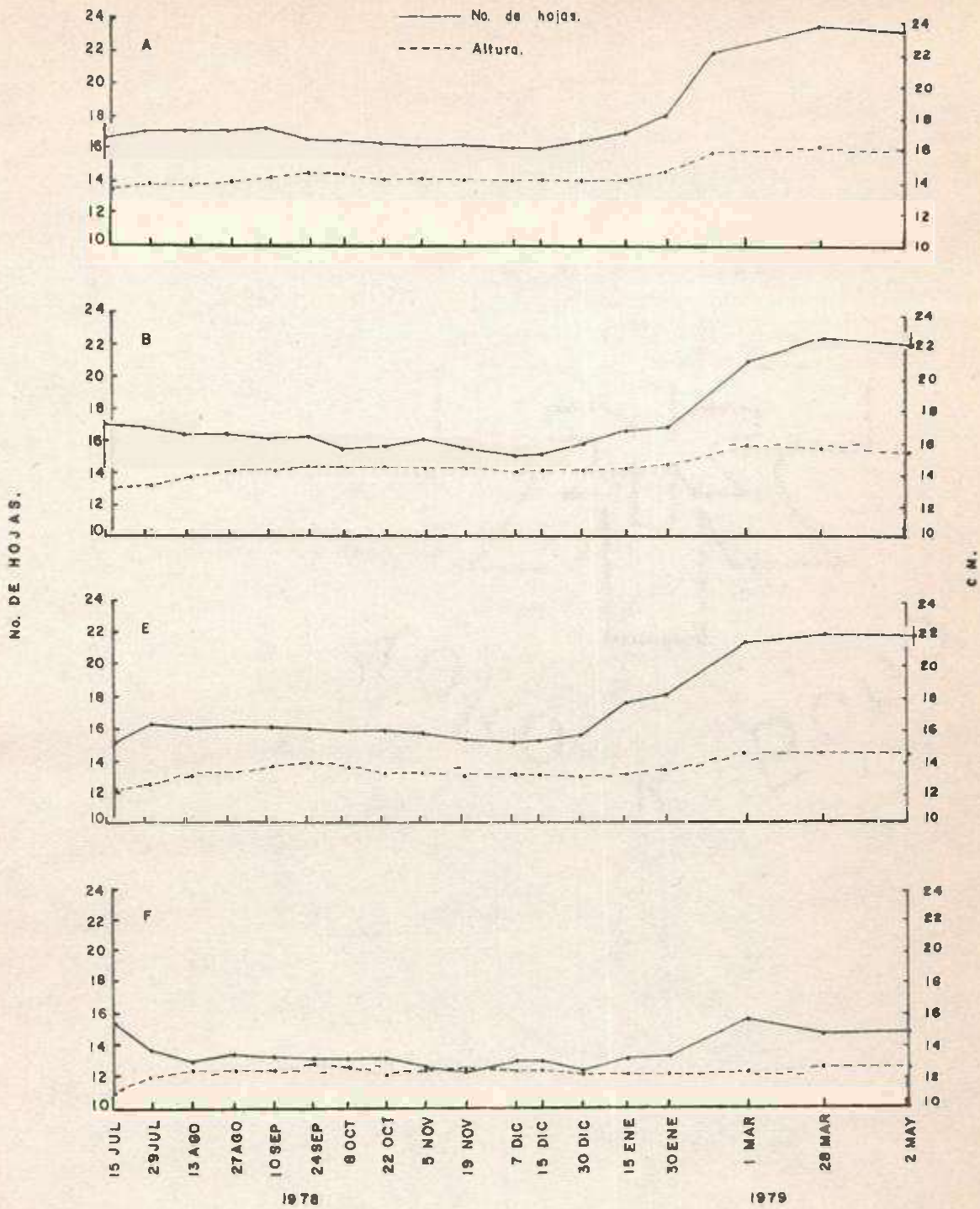


Figura 21.- Altura y número de hojas promedio, a través del tiempo para cada nivel de exposición a la depredación.

Ris. T. 829

sición a la depredación, a través del tiempo, Como puede observarse hubo un patrón similar entre los niveles A, B y E. El nivel F se separó un poco del patrón general. En los niveles A, B y E, el crecimiento se disparó a partir del 15 de Diciembre de 1978 y cesó hasta el 28 de Marzo de 1979. En el nivel F el crecimiento se disparó el 30 de Diciembre de 1978 y cesó el 1° de Marzo de 1979. Esta diferencia entre el nivel F y los demás puede haberse debido a la mayor actividad de los agentes bióticos en el nivel F.

Se usó la prueba de correlación de rango de Spearman (no paramétrica) (66), utilizando los datos de crecimiento en el número de hojas entre cada uno de los periodos en que se muestreó y los datos climatológicos para los mismos periodos, en cada nivel de exposición. No se encontró correlación significativa entre ninguno de los niveles, tanto para la relación de crecimiento y temperatura media como para la de crecimiento y precipitación durante el periodo.

Al utilizar una prueba de independencia para tablas múltiples usando la prueba de G (67) con los valores de precipitación estacional y crecimiento, se encontró dependencia entre crecimiento y precipitación invernal en los cuatro niveles, lo cual refuerza la importancia señalada anteriormente.

En cada muestreo llevado a cabo se registraban el número de plántulas vivas y muertas, así como la causa más probable de su muerte. Algunas plántulas mostraron síntomas tales como flacidez de las hojas más tiernas en el mismo día del trasplante. Las plántulas que murieron en los primeros dos meses con tales síntomas se les consideró como muerte

debido al "transplante". Las plántulas que murieron después de dos meses, que mostraron una marchitez gradual y sin ningún signo de daño de agentes bióticos, se les asignó como muerte por "sequía". Algunas plántulas mostraron roeduras y excavaciones en la base de los tallos, así como remoción de los cotiledones hipógeos; a estas se les asignó como muerte por "roedores". Una sola plántula mostró una disminución gradual de clorofila hasta su muerte, a esta se le asignó como factor "genético".

Con los datos de los registros hechos de tal forma se construyó el Cuadro 15, en donde se muestran los factores responsables de la mortalidad en cada nivel. La figura 22 muestra los datos para cada nivel. En el nivel A hubo 2 plántulas que murieron debido a un roedor que logró penetrar la malla de exclusión. En el nivel E hubo una plántula que murió debido a que fue defoliada por hormigas.

Como se puede observar existe una predominancia de mortalidad debido a factores climáticos, aún en el nivel F. Existe una gran similitud entre los niveles A y E, que fueron excluidos de factores bióticos. En los niveles A, B y E, la malla de alambre provocó una ligera sombra a través del tiempo que probablemente tuvo algún efecto sobre las plántulas. Probablemente a esto se deba la diferencia entre la mortalidad por factores climáticos entre B y F. La posible explicación de las diferencias en la contribución de los factores bióticos (roedores) entre los niveles B y F puede ser debido a algún efecto que tuvo la ligera sombra del nivel B.

Cabe hacer notar que donde se tuvo mayor dificultad para asignar la causa más probable de muerte en plántulas fue en el nivel F, donde se observaron plántulas con síntomas característicos de muerte por "roedores" y por "sequía". Es probable que estos dos factores hayan --

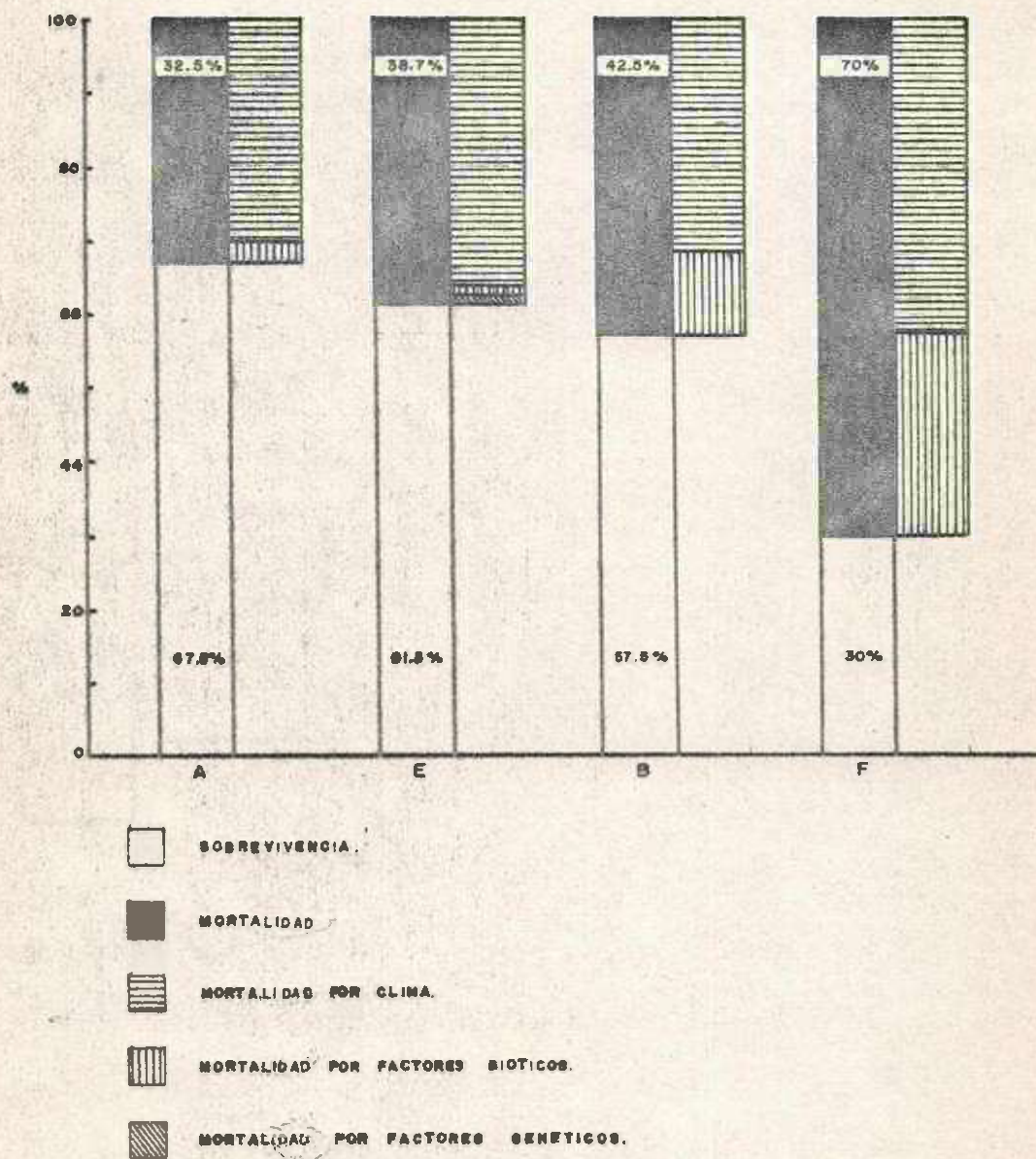


Figura 22. = Factores que contribuyeron en la mortalidad de plántulas de jojoba, para cada nivel de exposición a la depredación.

actuado conjuntamente, al menos en este nivel, por lo que probablemente la contribución de los factores bióticos en el nivel F pueda ser menor que la reportada.

En base a lo anterior se puede concluir que bajo las condiciones en que se llevó a cabo el estudio, es decir plántulas de jujoba bajo la sombra de Olneya tesota, los factores climáticos y bióticos contribuyeron aproximadamente con un 60% y 40% respectivamente, de la mortalidad total observado en los primeros 257 días después de haberse transplantado.

Sin embargo, cabe señalar que debido al diseño experimental usado, se pueda haber acentuado de alguna forma la acción de los roedores, por lo que posiblemente la mortalidad debida a roedores en las plántulas de la comunidad sea menor. Es también posible que ésta disminuya con la edad de las plántulas.

Se observaron otros factores bióticos a través del tiempo. Se notó la ocurrencia de una larva al parecer de Lepidóptero, que se alimentó de las hojas de las plántulas, observándose con mayor intensidad el 13 de Agosto de 1978. Se observaron arácnidos viviendo en las hojas por un periodo del 24 de Septiembre al 8 de Octubre de 1978, a menudo construyendo telarañas en las hojas. También se observaron hormigas (Formicidae) acarreado y/o causando daño a las hojas en forma esporádica y áfidos en las yemas terminales de algunas de las plántulas. Sin embargo de estos agentes, solo se observó que las hormigas fueron responsables de la muerte de una plántula, por lo que estos agentes bióticos no fueron de importancia en la sobrevivencia de las plántulas durante el estudio.

### 3.- Flujo numérico de individuos.

La sobrevivencia de la población total de plántulas de jojoba fue de 46.2% un año después (al 31 de Julio de 1979); la cual es mayor que la encontrada por Murrieta y Castellanos (39) en la misma comunidad (12.5%) y la encontrada por Sherbrooke (59) en las Montañas Tucson (12%). Sin embargo hay que considerar que todas las plántulas bajo estudio se distribuyeron bajo la copa de Olneya y además 2 tratamientos estuvieron excluidos de roedores, lo cual es posible que sea la causa de la mayor sobrevivencia (la sobrevivencia encontrada por Murrieta y Castellanos (39) y Sherbrooke (59) fue en plántulas "protegidas" así como plántulas en sitios abiertos.

La sobrevivencia por tratamiento un año después fue:

A = 57.5%, B = 52.5%, E = 56.25% y F = 18.75%. Como se puede ver la diferencia más notable fue la diferencia en F; sin embargo es semejante a la sobrevivencia bajo situación "protegida" encontrada por Sherbrooke (59)(22%). La sobrevivencia general de las plántulas de Sherbrooke (59) al segundo año fue 3.7%, 1.8% al tercer año y 1.4% al cuarto año (Sherbrooke citado en O.A.L.S. 44).

En el experimento sobre el banco de semillas se encontró una germinación de 1.18% y para los 102 días las plántulas presentes representaron el 0.60% de las semillas originalmente introducidas. Para el 1° de Agosto de 1979 (254 días) y debido a que en las recuperaciones se sacaron varias plántulas vivas, solo 2 plántulas sobrevivieron (0.038%).

El experimento sobre el banco de semillas se llevó a cabo en sitios abiertos y el experimento con plántulas en --

sitios bajo la copa de Olneya. Sin embargo, a pesar de la diferencia de condiciones, es posible hacer aproximaciones hipotéticas al flujo numérico que se sucede en la comunidad bajo estudio. La Figura 23 muestra el diagrama del flujo numérico de individuos, de semilla a plántulas de 4 años en jojoba, construido con los resultados del presente estudio, los datos de sobrevivencia de plántulas de Murrieta y Castellanos (39) y Sherbrooke (59, 44).

Como se puede observar es en la etapa de semilla y durante los dos primeros años de la etapa de plántula donde se suceden los eventos demográficos más importantes. La probabilidad que tiene una semilla de llegar a ser plántulas al año es de 0.07% y a los cuatro años de 0.0084%.

Cabe hacer notar que el diagrama de flujo es de naturaleza hipotética, debido a ciertas limitaciones que se tuvieron en el experimento sobre el banco de semillas. Tal flujo puede ser variable entre años y entre localidades, debido a las fluctuaciones climáticas.

Al parecer, Simmondsia chinensis posee ciertas características de estrategia-K. Sus semillas son fuertemente depredadas por roedores, lo cual es en cierta forma amortiguado por la longevidad de sus individuos en cuya población el reclutamiento de nuevos individuos vía semillas se presenta a intervalos irregulares cuando las condiciones son apropiadas para su establecimiento.



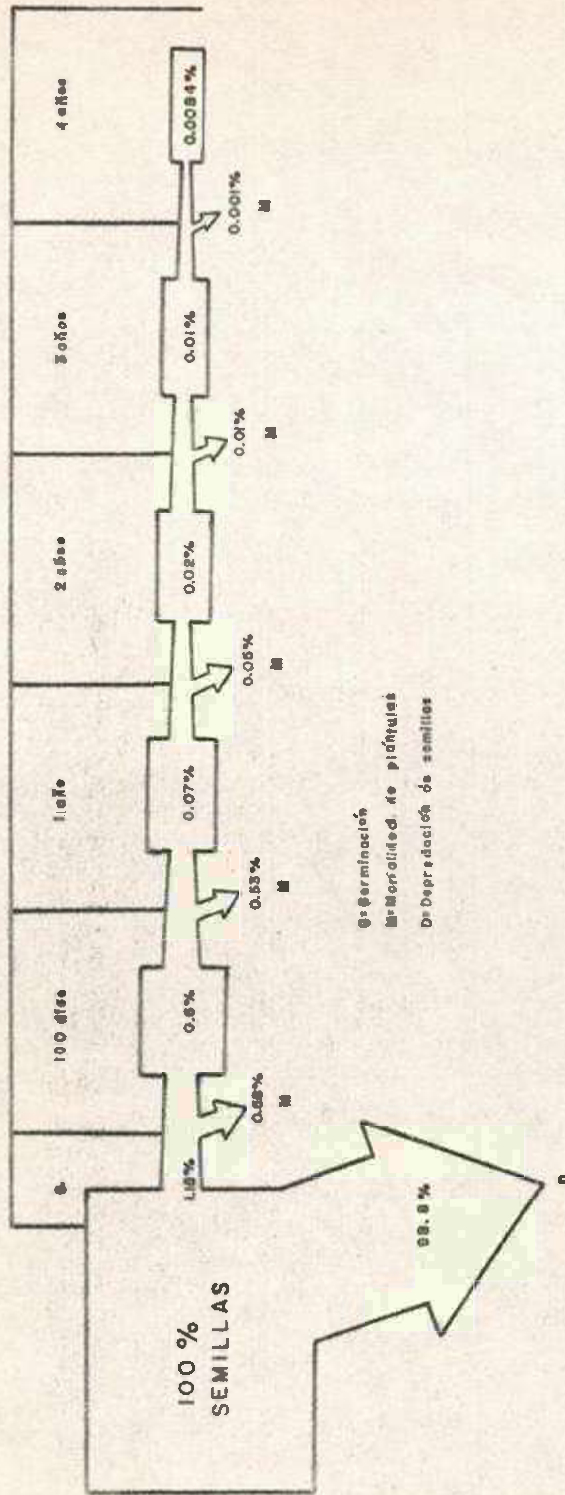


Figura 23.- Flujo numérico de individuos, de semilla a plántula de cuatro años en jojoba.

#### IV.- Consideraciones Prácticas.

a) Los resultados del presente trabajo permiten delinear una estrategia de resiembra de jojoba en comunidades naturales o perturbadas. Tal estrategia podría considerar el uso de plántulas en las resiembras (transplante) y así evitar los altos riesgos de depredación que se tienen al utilizar semillas. Las plántulas se podrían colocar bajo la copa de especies perennes para atenuar los factores climáticos y favorecer el establecimiento.

b) Hay que tomar en consideración la fuerte depredación de semillas, al momento de querer sembrar jojoba en terrenos recién desmontados donde jojoba formó parte de la comunidad perturbada y aún existan roedores en los que jojoba forme parte de su dieta. Lo anterior también sería válido en terrenos adyacentes a comunidades donde exista jojoba.

c) El diagrama de flujo numérico de individuos (Figura 23), permite preveer algunas de las consecuencias que puede llegar a ocasionar la pizca de semillas en las poblaciones de jojoba. La remoción de propágulos disminuye la probabilidad de establecimiento exitoso y puede llegar a afectar la capacidad de regeneración (vía semillas) de las poblaciones silvestres. Lo anterior debería de tomarse en consideración, en cualquier intento de manejo racional de las poblaciones silvestres de jojoba.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo se realizó tendiente a conocer los principales factores que afectan el banco de semillas y el establecimiento de plántulas de jojoba.

Con este propósito se diseñaron dos experimentos llevados a cabo en el Ejido Victoria y Libertad No.2. Uno consistió en la introducción de una cantidad conocida de semillas de jojoba al suelo del área experimental, la que posteriormente fue posible recuperar con toda exactitud para conocer los cambios numéricos que se sucedieron en el banco de semillas. En éste, se utilizó un diseño en bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos incluyeron densidad de semillas y niveles de exposición a la depredación.

El otro consistió en el transplante de 320 plántulas de jojoba bajo diferentes tratamientos. En este se utilizó un diseño completamente al azar con 2 repeticiones. Los tratamientos incluyeron densidad de plántulas y niveles de exposición a la depredación.

Se hicieron muestreos periódicos de semillas y plántulas que permitieron conocer los principales factores interactivos durante los primeros meses de vida.

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- La reducción del banco de semilla fué debida principalmente a la depredación por roedores (98.8%).
- 2.- Como consecuencia de la fuerte depredación, solo un pequeño porcentaje de las semillas originalmente introducidas pudo germinar (1.1%).
- 3.- La depredación y germinación de semillas fue variable entre los diferentes sitios de la comunidad estudiada. La germinación varió de 0 a 3.10%.
- 4.- La depredación y germinación observada, no difiere mucho con la observada para varias perennes xerófilas por otros autores.
- 5.- La mortalidad de plántulas mostró un patrón similar al de otras perennes xerófilas.
- 6.- El crecimiento de las plántulas en la comunidad fue mucho menor que bajo condiciones semicontroladas. El crecimiento registrado en la población sobreviviente fue 2.8 cm en altura y 5.8 en número de hojas durante los 257 días del período estudiado.
- 7.- La germinación y el crecimiento registrado en las plántulas estuvieron relacionados con las condiciones de la estación invernal.

- 8.- Se observó una considerable variación en la respuesta en crecimiento de las plántulas a los factores climáticos, lo cual es posible se deba a la variabilidad de los genotipos y/o alguna expresión sexual secundaria en las plántulas.
- 9.- Hubo una mortalidad diferencial en las plántulas de acuerdo con su nivel de exposición a los agentes bióticos.
- 10.- Aquellos individuos (plántulas) que tuvieron una mayor área foliar, tuvieron mayor probabilidad de sobrevivir.
11. Para las condiciones de la comunidad bajo estudio y para los primeros 257 días de vida de las plántulas, los factores climáticos y bióticos contribuyeron con un 60% y 40% aproximadamente de la mortandad registrada.
- 12.- La probabilidad que tiene una semilla de llegar a ser plántula al año es de 0.07% y a los cuatro años de 0.0084% (hipotética).

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Alcorn, S. M. and S. C. Martin. 1974. Cereus giganteus Engelm. In: Seeds of Woody Plants in the United States. U.S.D.A., Forest Service. Agriculture Handbook No. 450. Washington, D. C. pp. 313-314.
- 2) Barbour, M.G. 1968. Germination requirements of the desert shrub Larrea divaricata. Ecology 49:915-932.
- 3) \_\_\_\_\_ . 1973. Desert dogma reexamined: root/shoot - productivity and plant spacing. Amer. Midl. Natur. 89:41-57.
- 4) Bonner, F. T. 1974. Seed Testing. In: Seeds of Woody Plants in the United States. U.S.D.A., Forest Service. Agriculture Handbook No. 450. Washington, D. C. pp. 136-152.
- 5) Booth, A. N., C. A. Elliger and A. C. Waiss, Jr. 1974. Isolation of a toxic factor from jojoba meal. Life Sci. 15:1115-1120.
- 6) Brenchley, W.E. and K. Warrington. 1930. The weed seed population of arable soil. I. Numerical estimation of viable seeds and observations on their natural dormancy. J. Ecol. 18:235-272.
- 7) Burden, J.D. 1970. Ecology of Simmondsia chinensis (Link) Schneider at its lower elevational limits. M.S. Thesis. Arizona State University, Tempe. 71 p.
- 8) Cable, D. R. 1972. Fourwing saltbush revegetation trials in southern Arizona. J. Range Management 25:150-153.
- 9) Childs, S. and D.W. Goodall. 1973. Seed reserves of desert soil. U.S./I.B.P. Desert Biome Res. Memo. 73-5 23 p.
- 10) Colbry, V.L. T.F. Swofford and R.P. Moore. 1961. Test for germination in the laboratory. In: Seeds. Yearbook of agriculture. U.S.D.A. pp. 433-443.
- 11) Comes, R. D., V.F. Bruns and A.D. Kelley. 1978. Longevity of certain weed and crop seeds in fresh water. Weed Sci. 26: 336-344.
- 12) Darlington, H.T. and G.P. Steinbauer. 1961. The eighty-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. Amer. J. Bot 48:321-325.

- 13) Egley, G.H. and J.M. Chandler. 1978. Germination and viability of weed seeds after 2.5 years in a 50 years buried seed study. *Weed Sci.* 26: 230-239.
- 14) Elliger, C.A., A.C. Waiss, Jr. and R.E. Lundin. 1973. Simmondsin, an unusual 2-cyanomethylcyclohexylglucoside from *Simmondsia californica*. *J. Chem. Soc., Perkin trans. 1*: 2209-2212.
- 15) Garcia, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía. UNAM 2a. Edic. 246p.
- 16) Gentry, H.S. 1958. The natural history of jojoba (*Simmondsia chinensis*) and its cultural aspects. *Econ. Bot.* 12:261-295.
- 17) Goodall, D.W. and S.J. Morgan. 1974. Seed reserves in desert soils. U.S./I.B.P. Desert Biome Res. Memo. 74-76. 7p.
- 18) Graves, W.L., B.L. Kay and W.A. Williams. 1978. Revegetation of disturbed sites in the Mojave Desert with native shrubs. *Calif. Agric.* 32: 4-5.
- 19) Guevara F., F. 1977. Dinámica de poblaciones de semillas de *Cordia elaeagnoides* (DC). en una selva baja caducifolia. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M, México, 99p.
- 20) Harper, J.L. 1967. A Darwinian approach to plant ecology *J. Ecol.* 55: 247-270.
- 21) \_\_\_\_\_, 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press. London. 892p.
- 22) \_\_\_\_\_, R.H. Lovell and K.G. Moore. 1970. The shapes and sizes of seeds. *Ann. Rev. Ecol. & Syst.* 1:327-356.
- 23) \_\_\_\_\_ and J. White. 1974. The demography of plants *Ann. Rev. Ecol. & Syst.* 5: 419-463.
- 24) Hastings, J.R. and R.R. Humphrey 1969. Climatological data and statistics for Sonora and northern Sinaloa. Technical Reports on the Meteorology and Climatology of Arid Regions No. 19. University of Arizona. Institute of Atmospheric Physics. Tucson, 96p.

- 25) Huang, A.H.C. and R.A. Moreau. 1977. Metabolism of wax in the cotyledon of jojoba during germination. *Jojoba Happenings* 21:2-3.
- 26) Janzen, D.H. 1971. Seed predation by animals. *Ann. Rev. Ecol. & Syst.* 2: 465-492.
- 27) Juhren, M., F.W. Went and E. Phillips. 1956. Ecology of desert plants. IV. Combined field and laboratory work on germination of annuals in the Joshua Tree National Monument, California. *Ecology* 37: 318-330.
- 28) Kellman, M.C. 1970. The viable seed content of some forest soils in coastal British Columbia. *Can. J. Bot.* 48: 1383-1385.
- 29) Kivilaan, A. and R.S. Bandurski. 1973. The ninety-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. *Amer. J. Bot.* 60:140-145.
- 30) Koller, D. 1969. The physiology of dormancy and survival of plants in desert environments. *Symp. Soc. Exp. Biol.* 23: 449-469.
- 31) Lloyd, D. G. and C.J. Webb. 1977. Secondary sex characters in plants. *Bot. Rev.* 43: 177-216.
- 32) Martin, S.C. 1948. Mesquite seeds remain viable after 44 years. *Ecology* 29:393.
- 33) \_\_\_\_\_-1970. Longevity of velvet mesquite seed in the soil. *J. Range Management* 23:69-70.
- 34) \_\_\_\_\_-1974. *Larrea tridentata* (D.C.) Cov. In: *Seeds of Woody Plants in the United States*. U.S.D.A., Forest Service. Agriculture Handbook No. 450. Washington, D. C. pp. 486-487.
- 35) \_\_\_\_\_ and R. R. Alexander. 1974. *Prosopis juliflora* (Sw) D.C. In: *Seeds of Woody Plants in the United States*. U.S.D.A., Forest Service. Agriculture Handbook No. 450. Washington, D. C. pp. 656-657.
- 36) McCleery, D.R. 1974. Effects of temperature on germination of selected browse species. M.S. Thesis. University of Arizona, Tucson. 98 p.



- 37) McDonough, W.T. 1964. Germination responses of *Carnegiea gigantea* and *Lemaireocereus thurberi*. *Ecology* 45: 155-159.
- 38) Medin, D. E. and R.B. Ferguson. 1972. Shrub establishment on game ranges in the northwestern United States. In: *Wildland Shrubs-Their Biology and Utilization. An International Symposium*. Logan. Utah. pp. 359-368.
- 39) Murrieta S.,X., A. Castellanos V. 1979. Evaluación y Utilización de la Jojoba Silvestre. Informe Final, CONACYT-CONAZA-NSF. Manuscrito no publicado. C.I.C.T.U.S. Universidad de Sonora, Hermosillo.
- 40) \_\_\_\_\_ y M. Espericueta. 1978. ~~Evaluación y Utilización~~ de la Jojoba Silvestre. Primer Informe Parcial, CONACYT-CONAZA-NSF. Manuscrito no publicado C.I.C.T.U.S. Universidad de Sonora, Hermosillo.
- 41) Nelson, J.F. and R.M. Chew. 1977. Factors affecting seed reserves in the soil of a Mojave Desert ecosystem, Rock Valley, Nye County, Nevada. *Amer. Midl. Natur.* 97: 300-320.
- 42) Nord, E. C. and A. Kadish. 1974. *Simmondsia chinensis* (Link) C.K. Schneid. In: *Seeds of Woody Plants in the United States*. U.S.D.A., Forest Service. Agriculture Handbook No. 450. Washington, D. C. pp. 774-776.
- 43) Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Ann. Rev. Ecol. & Syst.* 4: 25-51.
- 44) Office of Arid Lands Studies. 1979. Investigation of the development of an indian reservation-based Jojoba industry. Annual Report to N.S.F. University of Arizona, Tucson. 316p.
- 45) Olmsted, N.W. and J.D. Curtis. 1947. Seeds of the forest floor. *Ecology* 28: 49-52.
- 46) Paulsen, H.A., Jr. 1950. Mortality of velvet mesquite seedlings. *J. Range Management* 3: 281-286.
- 47) Payne, W. W. 1964. A re-evaluation of the genus *Ambrosia* (Compositae). *J. Arnold Arbor.* 65: 401-430.
- 48) Roberts, E.H. 1960. The viability of cereal seed in relation to temperature and moisture. *Ann. Bot.* 24: 12-31.

- 49) Roberts, H.A. 1968. The changing population of viable weed seeds in an arable soil. *Weed Res.* 8: 253-256.
- 50) \_\_\_\_\_ and P.A. Dawkins. 1967. Effect of cultivation on the numbers of viable weed seeds in soil. *Weed Res.* 7: 290-301.
- 51) \_\_\_\_\_ and P.M. Feast. 1972. Fate of seeds of some annual weeds in different depths of cultivated and undisturbed soil. *Weed Res.* 12: 316-324.
- 52) Rost, T.L., A.D. Simper, P. Schell and S. Allen. 1977. Anatomy of jojoba (*Simmondsia chinensis*) seed and the utilization of liquid wax during germination. *Econ. Bot.* 31: 140-147.
- 53) Sarukhán, J. 1974. Studies on plant demography: *Ranunculus repens* L., *R. bulbosus* L. and *R. acris* L. II. Reproductive strategies and seed population dynamics. *J. Ecol.* 62: 151-177.
- 54) Schafer, D.E. and D.O. Chilcote. 1969. Factors influencing persistence and depletion in buried seed populations. I. A model for analysis of parameters of buried seed persistence and depletion. *Crop Sci.* 9: 417-419.
- 55) \_\_\_\_\_ 1970. Factors influencing persistence and depletion in buried seed populations. II. The effects of soil temperature and moisture. *Crop Sci.* 10: 342-345.
- 56) Seigler, D. and P.W. Price. 1976. Secondary compounds in plants: primary functions. *Amer. Natur.* 110: 101-105.
- 57) Sheps, L.O. 1973. Survival of *Larrea tridentata* S. & M. seedlings in Death Valley National Monument, California. *Israel J. Bot.* 22: 8-17.
- 58) Sherbrooke, W.C. 1976. Differential acceptance of toxic jojoba seed (*Simmondsia chinensis*) by four Sonoran Desert heteromyid rodents. *Ecology* 57: 596-602.
- 59) \_\_\_\_\_. 1977. First year seedling survival of jojoba (*Simmondsia chinensis*) in the Tucson Mountains, Arizona. *Southwestern Natur.* 22: 225-234.
- 60) Shimwell, D.W. 1971. The description and classification of vegetation. Sidgwick & Jackson. London.

- 61) Shreve, F. 1910. The rate of establishment of the giant cactus. *Plant World* 13: 235-240.
- 62) \_\_\_\_\_ . 1911. Establishment behavior of the palo verde. *Plant World* 14: 289-296.
- 63) \_\_\_\_\_ . 1917. The establishment of desert perennials. *J. Ecol.* 5: 210-216.
- 64) \_\_\_\_\_ . 1937. Physical conditions in sun and shade. *Ecology* 12: 96-104.
- 65) \_\_\_\_\_ . and I.L. Wiggins. 1964. *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*. 2 Vols. Stanford University Press, Stanford. 1740 p.
- 66) Siegel, S. 1976. *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. Editorial Trillas, México. 346 p.
- 67) Sokal, R.R. and J. Rohlf. 1969. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman and Company. San Francisco. 776p.
- 68) Steenbergh, W.F. and C.H. Lowe. 1969. Critical factors during the first years of life of the saguaro (*Cereus giganteus*) at Saguaro National Monument, Arizona. *Ecology* 50: 825-834.
- 69) Tevis, L. Jr. 1958. Germination and growth of ephemerals induced by sprinkling a sandy desert. *Ecology* 39: 687-688.
- 70) \_\_\_\_\_ . 1958. A population of desert ephemerals germinated by less than one inch of rain. *Ecology* 39: 688-695.
- 71) \_\_\_\_\_ . 1958. Interrelations between the harvester ant *Veromessor pergandei* (Mayr) and some desert ephemerals. *Ecology* 39: 695-704.
- 72) Tiedemann, A.R. and J.O. Klemmedson. 1973. Nutrient availability in desert grassland soils under mesquite (*Prosopis juliflora*) trees and adjacent open areas. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37: 107-111.
- 73) Tschirley F. H. and S.C. Martin 1960. Germination and longevity of velvet mesquite seed in soil. *J. Range Management* 13: 94-97.
- 74) Turner, R.M., S.M. Alcorn and G. Olin. Mortality of transplanted saguaro seedlings. *Ecology* 50: 835-844.
- 75) \_\_\_\_\_ and J.A. Booth. 1966. The influence of shade, soil and water on saguaro seedlings establishment. *Bot. Gaz.* 127: 95-102.

- 76) Went, F.W. 1948. Ecology of desert plants. I. Observations on germination in the Joshua Tree National Monument, California. Ecology 29:242-253.
- 77) \_\_\_\_\_ . 1949. Ecology of desert plants. II. The effect of rain and temperature on germination and growth. Ecology 30:1-13.
- 78) \_\_\_\_\_ and M. Westergaard. 1949. Ecology of desert plants. III. Development of plants in the Death Valley National Monument, California. Ecology 30: 26-38.
- 79) West, N.E., K.H. Rea and R.O. Harniss. 1979. Plant demographic studies in sagebrush - grass communities of southeastern Idaho. Ecology 60: 376-388.
- 80) White, J. and J.L. Harper. 1970. Correlated changes in plant size and number in plant populations. J. Ecol. 58:467-485.