



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

## DINAMICA DE POBLACIONES DE SEMILLAS DE Cordia elaeagnoides (DC), EN UNA SELVA BAJA CADUCIFOLIA.

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

p r e s e n t a :

FERNANDO GUEVARA FEFER

México, D. F.

1977

A MIS PADRES Y HERMANOS  
CON PROFUNDO RESPETO Y  
AMOR

A LOS PROFESORES Y AMIGOS:  
JOSE SARUKHAN KERMEZ Y  
FRANCISCO GONZALEZ MEDRANO  
QUE SEA ESTE RECONOCIMIENTO  
UNA MUESTRA DE MI GRATITUD.

A LA FUERZA DE TRABAJO QUE CREO  
LAS CONDICIONES MATERIALES Y SO  
CIALES PARA LA PRODUCCION DE LA  
PRESENTE INVESTIGACION.

## I N D I C E

	P a g s .
INTRODUCCION	1 - 2
ANTECEDENTES	3 - 31
MEDIO AMBIENTE	32 - 44
MATERIALES Y METODOS	45 - 61
RESULTADOS	62 - 72
DISCUSION	73 - 90
CONCLUSIONES	91 - 92
AGRADECIMIENTOS	93
BIBLIOGRAFIA	94 - 99

**INTRODUCCION**

Para la mayor parte de las especies vegetales, el Banco de Semillas (población de semillas viables pero latentes en el suelo) constituye la principal fuente de abastecimiento de nuevos individuos a la población que se encuentra en crecimiento activo, es decir, el potencial de población; por lo que cualquier intento para discutir la dinámica de las poblaciones de plantas deberá tomar en consideración los diferentes parámetros que afectan el Banco de Semillas del Suelo.

Aunque muchos aspectos del Banco habían sido descritos con cierto detalle (como por ejemplo la germinación y la latencia), no es sino hasta los trabajos de Schafer y Chilcote (1969, 1970), Roberts (1970, 1972), Sarukhán (1971, 1974), Harper y White (1974), Vázquez-Yanes (1974), Sagar y Mortimer (1975) y con los modelos teóricos propuestos por Cohen (1966, 1968); que se discuten las repercusiones ecológicas, se describen modelos simples de flujos numéricos en las poblaciones de semillas del suelo y se calculan algunas estrategias de germinación.

La mayor parte de la información concerniente con la Dinámica del Banco de Semillas del Suelo proviene fundamentalmente de los estudios realizados con plantas anuales, principalmente de climas templados y en áreas agrícolas y ganaderas (Roberts, 1962, 1964, 1966, 1970, 1972; Harper,

1957; Harper y White, 1974; Sarukhán, 1971, 1974).

En la mayoría de los casos, los mecanismos detallados de los cambios numéricos de la población de semillas bajo diferentes condiciones naturales así como los factores que los causan, han sido estudiados solo parcialmente. Para condiciones tropicales son pocos los estudios y estos se refieren más bien a la determinación florística del Banco de Semillas del Suelo (Symington, 1933; Keay, 1960; Guevara y Gómez-Pompa, 1972; Vizcaino, 1976).

El objetivo de nuestra investigación consiste en la determinación de los cambios numéricos de la Población de Semillas de Cordia elaeagnoides en el suelo a través del tiempo, en dos sitios de Selva Baja Caducifolia.

El presente trabajo forma parte de un proyecto comparativo sobre patrones de regulación y mecanismos de Selección en poblaciones vegetales, bajo diferentes ambientes altamente contrastantes (Selva Alta Perennifolia, Selva Baja Caducifolia y Bosques de Coníferas de alta montaña). El proyecto esta a cargo del grupo de Ecología de Poblaciones del Departamento de Botánica del Instituto de Biología de la UNAM y bajo la dirección del Dr. José Sarukhán Kermez.

**ANTECEDENTES**

BANCO DE SEMILLAS, CONCEPTO E IMPORTANCIA

Las poblaciones de plantas que se reproducen sexualmente pueden ser divididas en dos fracciones: la fracción que se encuentra en crecimiento activo y que comprende individuos que se encuentran en distintos estados de desarrollo que van desde plántulas hasta individuos reproductivos y la fracción latente que comprende individuos que están en forma de semillas vivas pero latentes en el suelo (Harper, 1960).

Ambas fracciones constituyen distintas fases del ciclo de vida de una planta y poseen características propias, sin embargo, los cambios numéricos en la población de semillas del suelo influirán grandemente en el comportamiento de la población que se encuentra en crecimiento activo y viceversa. "La planta es el vehículo por medio del cual una semilla produce más semillas" (Harper, 1960).

El Banco de Semillas (conjunto de semillas viables en el suelo), representa una de las fases más importantes del ciclo de vida de una población que se reproduce sexualmente ya que es en esta parte donde se suceden una serie de eventos demográficos muy importantes, tales como: muerte fisiológica, parasitismo, depredación, germinación, etc., que son determinantes para el equilibrio estable de la población que se encuentra

en crecimiento activo. Ya que la semilla representa el vehí-  
culo por medio del cual una planta puede multiplicarse, el  
Banco de Semillas constituye la única fuente de abastecimien-  
to de nuevos individuos a la población adulta (para aquellas  
especies que se reproducen solo sexualmente), al mismo tiempo  
que asegura un reservorio de semillas que contribuirán al res-  
tablecimiento de una comunidad destruída por alguna perturba-  
ción como puede ser tala, fuego, etc. (Harper, 1960; Major, y  
Pyott, 1966; Sarukhán, 1974).

#### TAMAÑO DEL BANCO DE SEMILLAS

El tamaño y aún la presencia del Banco de Semillas en  
el suelo varía con las especies y está relacionado con las es-  
trategias del ~~vida~~ ciclo de vida de las plantas, así por ejem-  
plo: las especies de tipo arvense y aquellas que ocupan fases  
tempranas en la sucesión (plantas colonizadoras) y que reali-  
zan un gran esfuerzo reproductivo, por lo general expresado por  
la reproducción de grandes cantidades de semillas, estarán nu-  
méricamente mejor representadas que aquellas que tienen hábi-  
tats más estables en las fases posteriores de la sucesión y las  
cuales por dedicar una gran proporción de su energía disponi-  
ble al mantenimiento de sus órganos vegetativos poseen valores  
más bajos de esfuerzo reproductivo (Harper, 1970; Major, y Pyott,  
1966). Cabe hacer notar que no siempre un menor número de semi

llas corresponde a esfuerzos reproductivos bajos, puesto que tamaño y número de semillas pueden representar estrategias alternativas en relación a la disponibilidad de recursos para la germinación y establecimiento de plántulas, y oportunidades de escape a la depredación (Harper, 1966; Janzen, 1969, 1971). El tamaño del banco de semillas también dependerá de los agentes de dispersión, depredación, predispersión, predictibilidad del ambiente, etc. (Janzen, 1971).

Existen en la literatura numerosas determinaciones del contenido de semillas en el suelo bajo diversas circunstancias; tales cantidades se encuentran a menudo, alcanzando valores fantásticamente elevados. (Ver cuadro 1).

#### ENTRADA DE SEMILLAS AL SUELO

El tamaño del banco de semillas existente puede ser incrementado por el arribo de semillas en varias formas, dependiendo del agente dispersor (dispersión natural por viento, mamíferos, aves, hombre, etc.). El número de semillas que se adicionan al suelo está determinado por una serie de factores (Harper, 1960):

- 1.- La producción de semillas, algunas de las cuales pueden ser no viables; tal número de semillas producidas por planta depende de la cantidad de energía asimilada anualmente, la proporción de energía que se dedica a semillas y del tamaño de

CUADRO 1

DETERMINACIÓN DEL NO. DE SEMILLAS DEL SUELO BAJO DIFERENTES CIRCUNSTANCIAS.

Comunidad	País	No. de Semillas x Ha.	Especies Importantes	Profundidad cm.	Autor
Malezas Arables	Inglaterra	391 x 10 <sup>6</sup>	Papaver spp.	15	Brenchley & Warington, 1930*
Malezas Arables	Inglaterra	293 x 10 <sup>6</sup>	Spergula arvensis	15	Brenchley & Warington, 1933**
Malezas Arables	Inglaterra	565 x 10 <sup>6</sup>	Poa annua	15	Roberts, 1958*
Malezas Arables	Inglaterra	129 x 10 <sup>6</sup>	Arabidopsis thaliana	15	Roberts, 1962*
Malezas Arables	Checoslovaquia	200 x 10 <sup>6</sup>	Melandrium nudiflorum		
			Sinapsis arvensis	25	Kropáč, 1966.
			Stellaria media		
			Chenopodium album		
Malezas Arables	Checoslovaquia	700 x 10 <sup>6</sup>	Chenopodium album	25	Kropáč, 1966.
Pastizales	Inglaterra	114 x 10 <sup>6</sup>	Ranunculus repens	15	Chippindale & Milton, 1934**
Pastizales	U.S.A.	205 x 10 <sup>6</sup>	Tillaea erecta	5	Major & Pyott, 1966.
			Bromus mollis		
			Festuca megalura		
Bosques Templados	México	800 x 10 <sup>6</sup>	Pinus spp.	15	Sarukhán & Dirzo, 1974.
Bosques Templados	México	.2 x 10 <sup>6</sup>	Pinus hartwegii	15	Sarukhán & Dirzo, 1975.
Bosques Tropicales	México	.2 x 10 <sup>6</sup>	57 Especies	8	Vizcaíno, 1976.
Bosques Tropicales	México		80 Especies	12	Guevara & Gómez P., 1972.

\* Tomado de Kropac, 1966.

\*\* Tomado de Sarukhán, 1974.

BIBLIOTECA  
CENTRO DE ECOLOGIA



las unidades semilla en las cuales la energía se invierte (Harper, 1970; Harper y Mc Naughton, 1962). Las especies varían grandemente en el número de semillas que producen, viéndose tal capacidad reproductiva a menudo afectada por la competencia inter e intraespecífica y las condiciones ambientales bajo las cuales crecen (Harper y Mc Naughton, 1962; Janzen, 1970).

2.- La entrada de semillas provenientes de otras áreas. Las semillas pueden llegar a una área provenientes de otras regiones y pueden ser perdidas por dispersión fuera del área de producción; sin embargo (para el caso particular de suelos agrícolas), existe evidencia de que esto es más bien raro. Baker (1960), Poole y Cairns (1940) (citados por Harper 1960), demostraron que la mayoría de los vilanos de Cirsium arvense no portaban aquenios y que el transporte a gran distancia en gran escala es poco importante. En relación a este aspecto, Harper (1960), sugiere que probablemente la dispersión a gran distancia rara vez juega un papel directo en la infestación de cultivos por plantas arvenses.

3.- El número de semillas que logran evadir la depredación previa a la dispersión. Es bien sabido que las semillas constituyen una fuente importante de alimento para muchos animales, así por ejemplo; la hormiga Veromesor pergandei puede remover y destruir cerca de  $15 \times 10^6$  semillas por 0.4 Ha/año

en el Desierto de Sonora (Tevis, 1958). Sin embargo, a pesar de que la depredación puede ser muy elevada, considerables cantidades pueden alcanzar el suelo; en el ejemplo anterior las semillas depredadas representan sólo una pequeña proporción del total de semillas producidas en el área, la cual se estimó en  $14.5 \times 10^8$ . La forma, tamaño y toxicidad de las semillas son especialmente relevantes en este aspecto (Janzen, 1969, 1970, 1971): Papaver rhoeas, P. dubium y P. lecoqii poseen semillas que son pequeñas en relación a los poros de la cápsula de la cual ellas son dispersadas rápidamente después de la maduración; P. argemone y P. hybridum tienen semillas que no escapan tan fácilmente a través de los poros de la cápsula y muchas semillas permanecen dentro de ella después de la maduración. Esta última especie es intensamente depredada por pájaros, los cuales atacan totalmente a la cápsula madura, mientras que las cápsulas con semillas que son dispersadas rápidamente rara vez son atacadas (Harper, 1966, 1970). Janzen (1969), encontró que las pequeñas semillas (0.1256 gr por semilla) de Pithecellobium saman sufrieron un 99% de depredación, mientras que las semillas de Enterolobium cyclocarpum de mayor tamaño (1.076 gr por semilla) no son atacadas por coleópteros de la familia Bruchidae.

- 4.- La acumulación de semillas derivadas de las plantas que se encuentran creciendo en la misma área. En términos numéricos la fuente más importante de abastecimiento de semillas

al Banco la constituyen las plantas que se encuentran madurando in situ (Roberts, 1970). Existen en la literatura numerosas determinaciones de esto, principalmente para especies de tipo arvense en suelos agrícolas: Thlaspi arvense puede adicionar más de 26,000 semillas por  $m^2$  (Von Hofsten, citado por Roberts, 1970); Ambrosia elatior adiciona  $68 \times 10^6/0.4$  ha. en una sola estación (Numata, 1964); algunos lotes de malezas poco densos pueden incorporar al Banco  $160, 235$  y  $250 \times 10^6/0.4$  ha. Roberts (1966, 1970) analiza y discute las implicaciones prácticas de tal adición de semillas al suelo desde el punto de vista de control de malezas, sugiriendo que esta fase debe ser considerada más ampliamente si se pretende obtener un cultivo exento de malezas.

#### DESTINO DE LAS SEMILLAS EN EL SUELO

El hecho de que la población de plantas que se encuentran en crecimiento activo sea por lo general numéricamente menor que la población de semillas viables en el suelo, sugiere para estas una serie de rutas ó destinos a seguir, además de la de convertirse en plántula y posteriormente en individuo reproductivo. Así pues, las semillas que forman parte del Banco pueden tener los siguientes destinos principales: (Ver figura 1.).

- a) Persistir como componentes del banco en forma de semillas viables a través de la latencia. Las semillas recientemente incorporadas al banco pueden permanecer in situ, moverse a lo largo del área de dispersión o bien más comúnmente en suelos

agrícolas - enterrarse (Harper, 1960, 1966; Roberts, 1970; Sagar, 1960).

b) Morir. Los agentes que causan mortalidad de semillas son muy diversos, las semillas bien pueden ser depredadas sobre la superficie del suelo por una variedad de organismos (roedores, pájaros, insectos, etc.) o bien pueden ser parasitadas por hongos y bacterias. Entre los factores ambientales que causan pérdidas de viabilidad se encuentran: la temperatura, la humedad, la concentración de gases que se encuentran entre la semilla y la atmósfera circundante, sustancias tóxicas, etc. (Roberts, 1972).

c) Germinar, tanto en la superficie como bajo ella. Cuando menos una parte de la población de semillas de cualquier especie tiene como destino final la germinación.

El primer destino implica persistencia de la semilla en el suelo y los otros dos pérdidas del Banco de Semillas. El tiempo en el cual una semilla es dispersada, la densidad de semillas de especies individuales, así como la densidad de las semillas de todas las especies, pueden tener profundos efectos sobre el subsiguiente destino de los individuos (Sagar y Mortimer, 1975 en prensa).

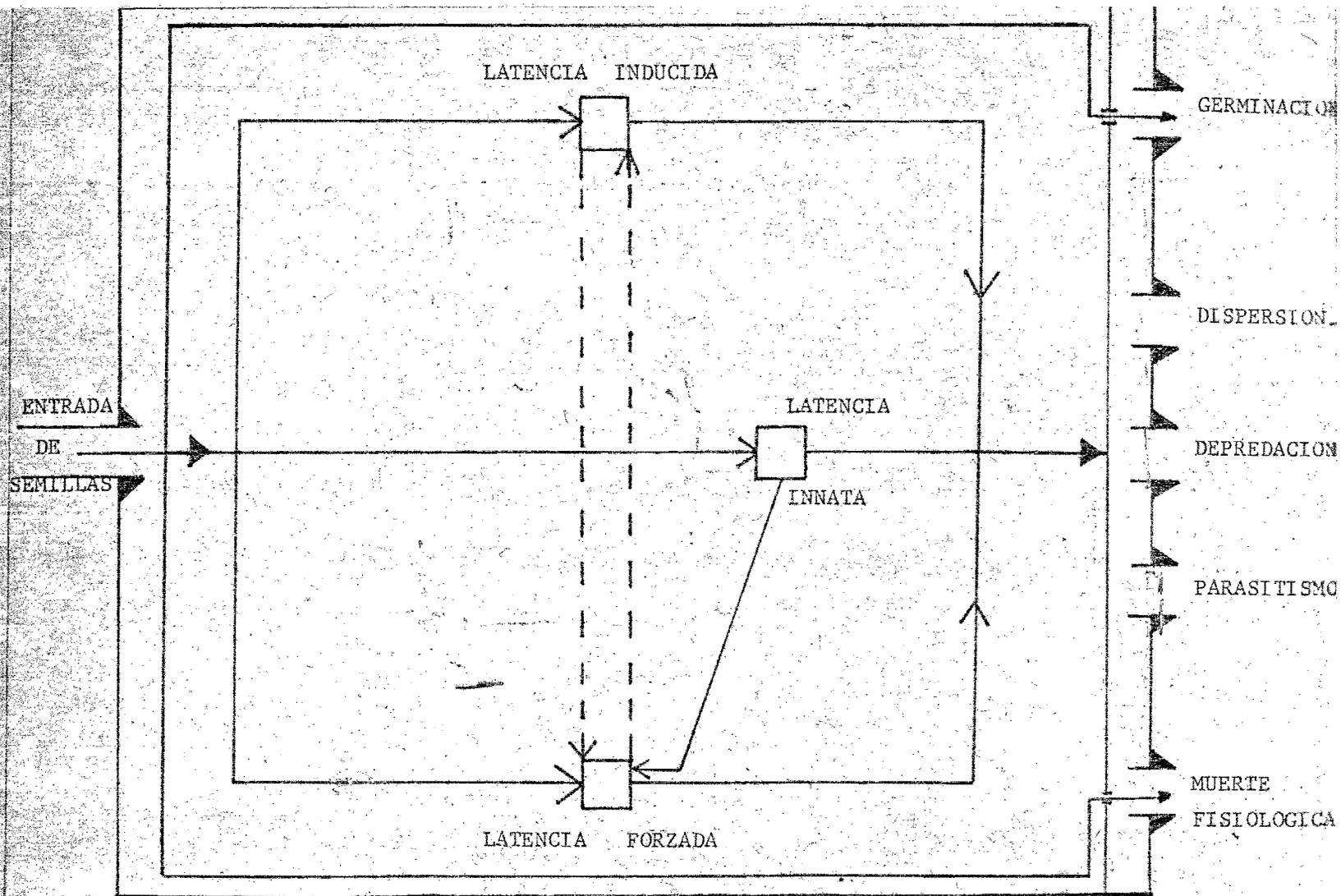


FIG. 1.- Esquema que ilustra la dinámica de la población de semillas en el suelo.

## 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.

### LATENCIA.

Constituye el mecanismo por medio del cual las poblaciones de semillas se acumulan y persisten en el suelo; esta puede funcionar igual que la diapausa en insectos para determinar comportamiento poblacional estrictamente estacional (Harper, 1967). De acuerdo con Harper (1957) podemos distinguir tres tipos de latencia:

Latencia Innata.- Se encuentra en aquellas semillas en las cuales el embrión no ha completado su crecimiento al tiempo de la dispersión y se requiere de un período de post-maduración durante el cual el crecimiento del embrión ocurre a expensas del endospermo como sucede en el caso de Heracleum sphondylium (Crocker, 1948; citado por Harper, 1960). La duración de la latencia innata es variable para las especies y aún dentro de las semillas de un mismo individuo. La presencia de inhibidores químicos del crecimiento del embrión es probablemente la principal causa de este tipo de latencia (Wareing, 1965; citado por Vázquez-Yanes, 1974).

Latencia Inducida.- Las semillas de algunas especies pueden ser capaces de germinar cuando han sido dispersadas, sin embargo, pueden adquirir un estado de latencia debido a la presencia de algún factor adverso como puede ser: carencia de oxígeno, exceso de dióxido de carbono, temperaturas altas o bajas, etc.; también puede ser inducida por influencias químicas del fruto (Evenari, 1949; citado por Vázquez-Yanes, 1974). Un rasgo característico de este tipo de latencia es que las semillas permanecen latentes aún después de que el factor causal ha cesado de actuar; algunas veces este tipo de Latencia puede ser roto por algún estímulo hormonal (Vázquez-Yanes, 1974).

Schafer y Chilcote (1970) en uno de los pocos trabajos realizados bajo condiciones naturales, mostraron que la inducción de la latencia de semillas de algunas especies de Graminae ocurrió cuando la temperatura del suelo disminuía y cuando la humedad del mismo aumentaba.

Latencia Impuesta o Forzada.- Este tipo es producido por un agente puramente ambiental, en semillas aptas para germinar, incluso en condiciones adecuadas de temperatura y humedad, pero que continúan latentes por falta de luz, oxígeno, dióxido de carbono, etc. A diferencia de la anterior, ésta desaparece una vez que el factor causal ha dejado de actuar. El enterramiento de las semillas y sus implicaciones bien puede ser el responsable del forzamiento de la latencia, cuando la tierra

es nuevamente labrada, las semillas son expuestas a la luz, temperatura, humedad, etc., adecuadas y pueden germinar (Harper, 1960; Roberts, 1972).

Las ventajas de la latencia son; que 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 la plántula no está adaptado (una semilla puede germinar perfectamente en cierta época, pero las condiciones prevalecientes pueden no ser adecuadas para el establecimiento de la plántula). La latencia de las semillas permite además a las especies sobrevivir a las fases sucesionales inadecuadas para su establecimiento y crecimiento y por lo tanto, es de esperarse que las condiciones especiales de cada hábitat, a través de la sucesión, hayan conducido hacia una cierta selección de las plantas con el tipo de latencia más adecuado para una rápida respuesta a los cambios del medio ambiente (Harper, 1970; Major y Pyott, 1966; Vázquez-Yanes, 1974). "La latencia ha sido lentamente refinada por selección natural y provee a las especies de un sistema vital de amortiguamiento por medio del cual la población de semillas sobrevive a catastrofes ambientales". (Sarukhán, 1974).

La terminología usada por Harper (1957) para distinguir los tipos de latencia resulta suficientemente clara, sus equivalentes son:

Latencia Innata = Primaria (Crocker, 1916)\*

Natural (Brenchley y Warington, 1930).

Inherente (Bibbey, 1916).

Endógena (Schafer y Chilcote, 1969,  
1970).

Latencia Inducida = Secundaria (Crocker, 1916)\*

Latencia Impuesta = Ambiental (Bibbey, 1942)\*

Inducida (Brenchley y Warington, 1930).

(\*tomado de Roberts, 1972).

### VIABILIDAD

La duración de la viabilidad varía con las estrategias del ciclo de vida y las características del ambiente. Existe en la literatura una buena cantidad de información acerca de la duración de la viabilidad bajo condiciones artificiales o experimentales pero los trabajos en condiciones naturales son escasos. No obstante algunos experimentos se han realizado bajo condiciones más naturales; el famoso experimento de Beal iniciado en 1879 en Michigan, constituye el primer intento para conocer la extensión de tiempo que las semillas son capaces de retener su viabilidad mientras están enterradas en el suelo. Informes de los primeros resultados fueron publicados por Beal en 1905 y 1911 y Darlington 1915, 1922, 1931, 1941, 1950, y 1961. En 1950, Darlington reportó porcentajes de germinación de tres especies: Rumex crispus 8%, Oenothera biennis 14% y Verbascum blattaria 72%. El último reporte después de 90 años, todavía registró un 20% de semillas viables de esta última especie, las cuales germinaron cuando fue

ron colocadas bajo condiciones adecuadas (Kivilaan y Bandurski, 1973).

Un experimento similar fue iniciado por Duvel (1902). Los resultados del primer año fueron publicados por Duvel (1903) y los de los primeros veintitrés por Goss (1924), quien encontró 50 especies con semillas viables después de 23 años; los resultados finales de este experimento fueron publicados por Toole y Brown (1946), quienes mencionan más de un 80% de germinación para Phytolaca americana después de 39 años. Estos resultados son de lo más interesantes, pues muestran claramente que las semillas muy longevas pertenecen a especies anuales, generalmente arvenses; las semillas de especies perennes en ningún caso sobrevivieron más de 5 años.

Ødum, (1965; citado por Harper & White, 1974) reporta edades de semillas del género Nelumbo de aproximadamente 1040 años y de Chenopodium album y Spergula arvensis de 1700 años en suelos bajo edificaciones antiguas. Las semillas de suelos agrícolas pueden permanecer en suelos no perturbados entre 50 y 70 años, aunque su longevidad se ve ampliamente reducida por el tipo y frecuencia de cultivación (Roberts, 1964, 1966, 1970).

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 o meses más que en años, pero las semillas de especies secundarias en la selva tropical pueden persistir en el suelo durante largos períodos de tiempo (Richards, 1952; Moreno-Casasola, 1973, 1976). Existen evidencias de poblaciones de semillas enterradas bajo condiciones tropicales (Guevara & Gómez-Pompa, 1972; Vizcaíno, 1976; Keay, 1960 y Symington, 1933), pero hay muy poca información acerca de su longevidad natural. Juliano, (1940, citado por Vázquez-Yanes, 1974) enterró semillas de 23 especies, después de 6 años algunas especies como Ageratum conizoides aún presentaban viabilidad; Moreno-Casasola (1973) calculó para Ochroma lagopus una edad de 49 años en semillas tomadas de ejemplares de herbario, para Pterocarpus officinalis algunas poblaciones pueden retener cerca del 98% de su viabilidad hasta por 8 meses cuando son almacenadas en el laboratorio, pero no bajo condiciones naturales en la selva.

Existe evidencia de que la latencia de semillas es heredable (Harper y Mc Naughton, 1960) y que la Selección puede cambiar las propiedades de la latencia de una población, así por ejemplo, la longevidad de las semillas de maíz bajo condiciones de almacenaje artificial tuvo un componente marcadamente heredable con longevidad, tendiendo a ser dominante sobre corta vida (Lindstrom, 1942; Whittington, 1972; citados por Harper & White, 1974).

Un caso muy especial de longevidad diferencial ocurre en muchas especies con semillas polimórficas como por ejemplo en Dimorphoteca en la cual la semilla proveniente de una sola cabezuela floral es de dos tipos, la más grande germina rápidamente durante el primer año posterior a la dispersión; la más pequeña puede permanecer latente por un año o más (Harper, 1957; Harper & Lovell, 1970). Así, la longevidad de las semillas puede hacer que la progenie de un solo padre esté representada en generaciones totalmente distintas de descendientes.

Finalmente, "Las poblaciones de semillas muy longevas en el suelo constituyen una memoria tanto de pasados genotipos como de vegetación pasada" (Harper & White, 1974); "los individuos adultos representarán directamente la población seleccionada en el año en el cual ellos fueron establecidos mientras que las semillas latentes en el suelo representarán la población antes de selección" (Antonovics, 1972).

#### PERDIDAS DEL BANCO DE SEMILLAS

Como pérdidas de semilla del banco podemos considerar las siguientes:

Dispersión fuera del área de distribución.- Es probable que los mecanismos de dispersión a gran distancia como son

el agua, el viento y los animales pueden ocasionar pérdidas del banco pero no se dispone de datos concluyentes.

Parasitismo.- Existen numerosos trabajos bajo condiciones de laboratorio que han demostrado el hecho de que la invasión de semillas por hongos y bacterias es un fenómeno frecuente que causa pérdidas de la capacidad germinativa de las semillas (Harper, 1956; Christensen, citado por Roberts, 1972). Ellos encontraron una buena correlación entre el incremento de semillas infectadas por hongos y el decremento del porcentaje de germinación. Parece ser que el efecto de las bacterias no es muy marcado, sin embargo, existen evidencias de la reducción en la capacidad de germinación de las semillas debido a la presencia de bacterias (Roberts, 1972).

Roberts (1972) en el capítulo dos de su libro, hace un análisis de los factores ambientales que causan pérdidas de la viabilidad, encontrándose entre estos la temperatura, la humedad relativa que se encuentra entre la semilla y la atmósfera circundante y el medio ambiente gaseoso. También analiza y discute el efecto de las condiciones ambientales fluctuantes sobre la viabilidad y la actividad de organismos almacenados con semillas. A pesar de que estos trabajos son exclusivos para condiciones de laboratorio permiten vislumbrar el efecto que podrían tener dichos factores en condiciones naturales.

Germinación.- Puede considerarse como una pérdida del Banco en virtud de que la semilla como componente individual de desaparece del mismo. El número de semillas que germinan en una estación dada esta determinado por el complejo de los mecanismos de latencia innata, inducida e impuesta y por las potencialidades del ambiente para proveer las condiciones especiales necesarias para la germinación. Las especies varían en sus requerimientos de germinación, por lo que sitios que son adecuados para la germinación de unas especies no lo son para otras e inclusive, las condiciones adecuadas para la germinación de una semilla pueden ser inadecuadas para el establecimiento de la plántula. Así pues, el número de semillas viables presentes en el suelo que germinarán en un tiempo dado es función de la frecuencia de micrositos en los cuales los requerimientos de la germinación son cubiertos (Harper, 1960). Podemos agregar a esto que la forma y dimensiones de las semillas también son importantes en el establecimiento de las plántulas como demostraron Sheldon (1974), Harper y Lovell (1970) quienes analizaron e interpretaron las adaptaciones morfológicas y efectos de los cambios microambientales en relación a la germinación. Existen numerosos trabajos acerca del número de semillas que germinan y de los factores que lo determinan. La mayoría de estos trabajos son para malezas y en suelos agrícolas (Roberts, 1966; Harper & White, 1974; Sagar, 1960; Sagar & Mortimer, 1975, en prensa).

Un aspecto muy interesante de las semillas es el cambio de las proporciones de los tres estados de latencia que se pueden presentar en ellas. La naturaleza dinámica de las fluctuaciones de la latencia en la población de semillas en el suelo puede reflejar directamente una estrategia o táctica que optimiza el número de plántulas que emergen y se establecen bajo un régimen climático (Cohen, 1966). Desde los estudios de Brenchley y Warrington (1930, 1933) se puede apreciar claramente que la periodicidad de germinación que presentan las especies es el resultado diferencial de la latencia de las semillas (Harper, 1960); Villiers y Wareing (1975) analizan los diferentes mecanismos que provocan latencia impuesta ó forzada y su relación con la estación de germinación. Schafer y Chilcote (1969, 1970), Roberts (1970) y Sagar (1970) esquematizan las posibles transferencias de un estado de latencia a otro.

Cuantificaciones precisas de tal transferencia de un estado de latencia a otro en condiciones naturales y sus relaciones con la fracción de germinación de la población de semillas del suelo provienen de los estudios realizados por Sarukhán (1971, 1974), quien trabajando con tres especies del género Ranunculus demostró que las semillas de R. repens permanecieron en latencia impuesta ó forzada más tiempo que las otras dos especies; esta especie mostró una clara transferencia de la fracción bajo latencia impuesta (de 39% a 22%) a latencia inducida (de 3% a 14.2%) durante el comienzo del invierno y una reversión

de inducida a impuesta durante el final del invierno así como una completa desaparición bajo latencia inducida durante la primavera (de 1.6% a 0%). La fracción de semillas que germinan en esta especie es mucho menor que la de las otras dos especies (Ranunculus acris y R. bulbosus).

De estos resultados se desprende que R. repens tiene una considerable longevidad y consecuentemente el Banco de Semillas de esta especie está 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 hay una escasa sobreposición de generaciones. Resultó claro que estas dos especies son dependientes del abastecimiento de individuos vía semilla para el mantenimiento del tamaño de sus poblaciones mientras que R. repens -que se propaga vegetativamente- es mucho menos dependiente de semillas para el mantenimiento de la población.

Más recientemente, Sarukhán, Dirzo y Cózatl (1974, en prep.) realizaron un experimento similar con una especie de clima templado (Pinus pseudostrobus, en la Sierra de Guerrero, México); a diferencia de los Ranunculus los resultados obtenidos mostraron que el principal destino de las semillas es la depredación, la cual se estimó en un 98.8%. Posteriormente (Dirzo y Sarukhán, 1975, en prep.) analizaron la dinámica de las poblaciones de semillas del suelo de otra especie de bosques templados (Pinus hartwegii),

este experimento estuvo excluido de depredadores (Aves y Mamíferos); los resultados mostraron que bajo tales circunstancias el principal destino de las semillas es la germinación. La transferencia de un estado de latencia a otro parece ser poco importante para estas especies y debido a tan alto porcentaje de depredación probablemente no exista una considerable superposición de generaciones de semillas en el suelo.

Depredación.- Los agentes biológicos tales como depredadores (El término depredador es usado en el presente trabajo dentro del marco conceptual de Janzen (1970) quien usa la palabra depredador de semillas para asignar aquellos animales que atacan plantas enteras o al menos lo suficiente para producir su muerte inmediata) son responsables de muchas de las pérdidas registradas para el Banco. La depredación bien puede ser el principal destino de las semillas en el suelo, ya que estas constituyen parte importante de la producción primaria neta que esta disponible como alimento para los herbívoros. Los roedores Clethrionomys glareolus y Apodemus flavicollis consumieron más del 90% de la biomasa total de semillas producida anualmente en un bosque de hayas, aprox.  $202 \times 10^3$  Kcal/ha/año (Drozaz, 1966).

El número de semillas que son depredadas depende de una serie de factores tales como: forma, tamaño, número y toxicidad de ellas, época de dispersión, agentes de dispersión, grado de aislamiento de las semillas individuales con respecto a la planta madre, densidad, así como el tipo de ambiente.

Janzen (1969) encontró que 33 especies leñosas de leguminosas en América Central forman dos grupos naturales diferenciando en el peso promedio de sus semillas individuales; el peso promedio de 23 especies que son atacadas por brúquidos es de 0.26 g mientras que dicho peso es 3.0 g para 13 especies que no son atacadas. Los Bruchidae que atacan semillas pequeñas pueden destruir ca. 100% del total de semillas producidas por un solo árbol, pero el total producido por estas especies es tan grande que algunas de ellas escapan a la depredación, Janzen considera este comportamiento como una estrategia basada en la saciación del depredador; otra ventaja del gran número de semillas producidas es que facilita la dispersión, la cual incrementa las posibilidades tanto de escape a la depredación como de encontrar un sitio adecuado para su germinación y establecimiento. El grupo de especies que producen menor cantidad de semillas pero más grandes, no son atacadas debido a que presentan un alto contenido de alcaloides, en éstas, la estrategia anti-depredación está basada probablemente en la presencia de tales compuestos tóxicos u otras sustancias químicas en el embrión y/o endospermo.

El mismo autor (1970, 1971) analiza el efecto negativo de los depredadores de semillas sobre el patrón de reclutamiento de la población de árboles adultos y sugiere que la tasa de infestación de un depredador de semillas puede ser correlacionada con el relativo distanciamiento de la planta individual,

así como con la densidad de semillas independiente de su distancia métrica a la planta madre; distinguiendo así depredadores sensibles a la distancia y depredadores sensibles a la densidad. El modelo propuesto por Janzen permite examinar los efectos que tienen los diferentes tipos de depredadores de semillas y plántulas, la distancia ecológica entre los padres, los agentes de dispersión y la severidad o la regularidad del ambiente sobre el número de especies de árboles en su habitat, su densidad y su yuxtaposición espacial. El advierte claramente que el modelo intenta ilustrar solamente relaciones generales. (Ver Figura 2).

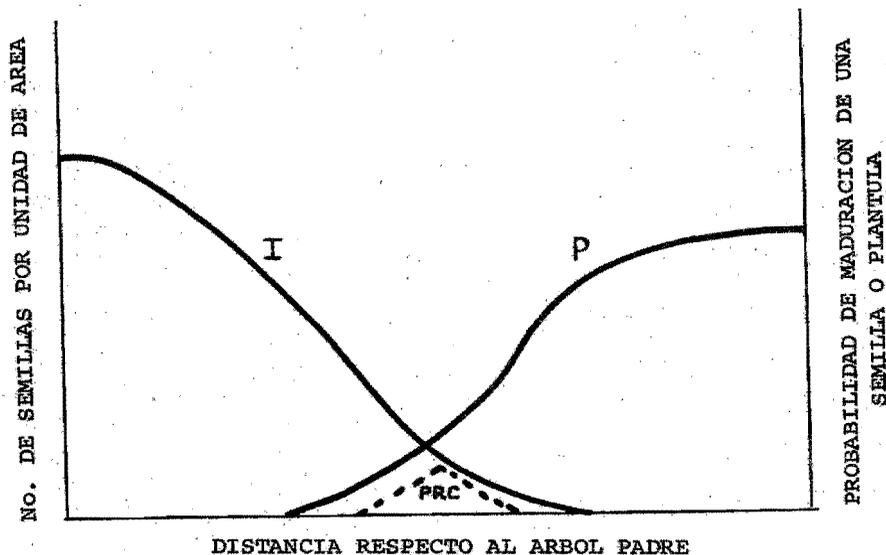


Figura 2.- Modelo que muestra la probabilidad de maduración de una semilla o plántula en un punto, como función de 1) Tamaño de la cosecha de semillas 2) Tipo de agentes dispersores 3) Distancia respecto al árbol padre 4) Actividad de los depredadores de semillas y plántulas (Tomado de Janzen, 1971).

Con el incremento de las distancias respecto al padre, el número de semillas por unidad de area I decae rápidamente pero la probabilidad P de que una semilla o plántula pueda escapar a la depredación incrementa. El producto de las curvas I y P produce una curva de reclutamiento de la población (PRC) con un pico a la distancia respecto al padre donde es más probable que aparezca un nuevo adulto, el área bajo esta curva representa la probabilidad total de que un adulto pueda reproducirse cuando son sumadas todas las cosechas del árbol adulto (Janzen, 1971).

Algunos investigadores han analizado el efecto de los depredadores sobre la estructura y composición de la comunidad así como el papel de los enemigos naturales en la prevención de la competencia excluyente. Harper (1970) analiza y discute los experimentos en los cuales los herbívoros fueron removidos o adicionados a una comunidad, como por ejemplo pastizales pastoreados. La intensidad y período de apasentamiento tuvo efectos sobre la composición de la vegetación: en todos estos estudios la implicación fue que el pastoreo reduce las poblaciones de ciertas especies permitiendo a otras persistir o entrar. Bajo condiciones más naturales la remoción de enemigos naturales tuvo algunas veces resultados en cambio que son atribuidos a competencia incrementada (Summerhayes, 1941; citado por Connell, 1970).

Connel (1970) destaca experimentalmente la efectividad de los enemigos naturales en la prevención de la competencia excluyente: "Si todos los enemigos de árboles fueran removidos de un bosque entero, cada especie podría probablemente formar pequeños grupos y la especie con crecimiento más rápido debería esparcirse más rápidamente sobre el habitat que le es más adecuado excluyendo a las especies de crecimiento más lento o menos adaptado a tal área. El resultado final deberá ser un bajo patrón de diversidad (menor mezcla de especies diferentes) y como consecuencia muy pocas especies en una área local del bosque". El sugiere que cuando las semillas son intensamente depredadas, independiente de su densidad y posición respecto al árbol padre, podrán escapar de tal ataque cuando por alguna razón los depredadores son reducidos; permitiendo que un gran número de semillas lleguen a establecerse.

En relación con lo anterior, algunos autores (Janzen, 1970, 1971; Connel, 1970) proponen que a medida que las fluctuaciones o irregularidades del ambiente se hacen más marcadas, como por ejemplo de los trópicos a las zonas templadas, decrece la efectividad de los enemigos naturales en la prevención de la competencia excluyente provocando la baja diversidad que caracteriza a estas últimas.

Finalmente, de los datos mostrados en el cuadro 3 se puede ver claramente que cuando las semillas son protegidas de

CUADRO 3

DEPREDACION DE SEMILLAS EN EL SUELO BAJO DIFERENTES CONDICIONES

Especie	% de Depredación		Autor
	en el Suelo	en Sitios exentos de depredadores	
<u>Quercus</u> spp.	80	20-30	Shaw (1968)*
<u>Quercus</u> spp.	100	0	Watt (1919)*
<u>Fagus sylvatica</u>	99.7	_____	*
<u>Fagus sylvatica</u> (Bajo el liter)	82.5	_____	*
<u>Fagus sylvatica</u> (enterradas)	43.7	_____	*
<u>Avena fatua</u>	0-65	_____	Marshall y Jain (1970)*
<u>Pinus pseudostrobus</u>	98	_____	Sarukhán y Dirzo (1974)
<u>Pinus hartwegii</u>	_____	2	Sarukhán y Dirzo (1975)

\* Tomado de Sagar y Mortimer (1975, en prensa).

los depredadores, el porcentaje de sobrevivencia incrementa considerablemente. Estos resultados son muy interesantes pues permiten apreciar claramente la importancia que la depredación tiene como un factor en la regulación de las poblaciones de plantas a nivel de semillas en el suelo.

#### MODELOS SOBRE DINAMICA DE POBLACIONES DE SEMILLAS EN EL SUELO

Los parámetros que afectan el tamaño del Banco de Semillas pueden ser modelados, así por ejemplo:

Schafer y Chilcote (1969) proponen 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 estado de latencia exógena.

Pend = Porcentaje de semillas en estado de latencia endógena.

Dg = Porcentaje de semillas que germinan in situ.

Dn = Porcentaje de semillas no viables (vanas).

Roberts (1972) modifica la ecuación anterior dividiendo la fracción Dg en Dgd (Número de semillas que germinan en profundidad y muere) y Dge (Número de semillas que germinan cerca de la superficie y mueren). La fracción Dn la divide en Dni

(Número de semillas que fueron inicialmente no viables) y Dna (Número de semillas que pierden viabilidad debido a agentes fisiológicos) y Dnp (Número de semillas que son depredadas). La ecuación resultante es:

$$S = Pex + Pend + Dgd + Dge + Dni + Dna + Dnp$$

Sarukhán (1971, 1974) adoptando la terminología usada por Harper (1957) para distinguir los tres tipos de latencia modifica la ecuación en la siguiente forma:

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

Donde:

S = Total de semillas recuperadas en una muestra.

G = Número de semillas que germinó.

ED = Número de semillas bajo latencia impuesta.

ID = Número de semillas bajo latencia inducida.

D = Número de semillas vanas ó muertas.

Finalmente algunas estrategias de germinación pueden ser calculadas. Cohen (1966, 1968) propone un modelo para determinar la fracción de germinación óptima de una planta anual bajo diferentes ambientes teóricos, la ecuación propuesta es la siguiente:

$$S_t + 1 = S_t - S_t \cdot G - D \cdot (S_t - S_t \cdot G) + G \cdot Y_t \cdot S_t$$

Donde:

S = Número de semillas presentes (Tamaño del Banco).

Y = Número de semillas producidas por una semilla germinada.

G = Fracción de semillas que germina cada año.

D = La fracción de semillas que muere cada año.

Pi = La probabilidad asociada con Yi y es igual a la esperanza matemática de crecimiento de una población específica de semillas.

De la ecuación resulta que si disminuimos D e incrementamos Y incrementa la esperanza de crecimiento del Banco, el modelo puede también mostrar cómo el valor de la fracción germinante G influencia la esperanza de crecimiento del Banco dada una combinación particular de D, Yi y Pi y que valores de G dan la tasa máxima de crecimiento. De tal suerte que cuando existe una elevada probabilidad de reproducción exitosa (cuando  $Y \Rightarrow 1$ ) la selección actuará en favor de una fracción germinante alta en cada año, en tal caso D contribuye muy poco a la reducción del Banco.

Por el contrario, si hay una baja probabilidad de reproducción exitosa (cuando  $Y \Rightarrow 0$ ) un porcentaje de germinación elevado resultaría desastroso y por consiguiente se presentaría una elevada tasa de mortalidad, aquí la selección actuaría en

favor de una fracción germinante menor y de algún tipo de latencia que permita a las semillas sobrevivir en el suelo.

De acuerdo con el modelo, se puede esperar que la fracción que germina cada año deberá ser aproximadamente igual a la probabilidad de reproducción y la fracción que permanece latente deberá ser igual a la probabilidad de no reproducción exitosa. También se concluye en dicho trabajo que la variación en el número de semillas producidas por plántula germinada en diferentes años, reduce fuertemente la fracción óptima de germinación. Algunas de las predicciones del modelo de Cohen han sido claramente probadas por Sarukhán (1971, 1974).

M E D I O   A M B I E N T E

### LOCALIZACION GEOGRAFICA.

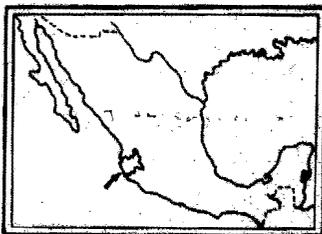
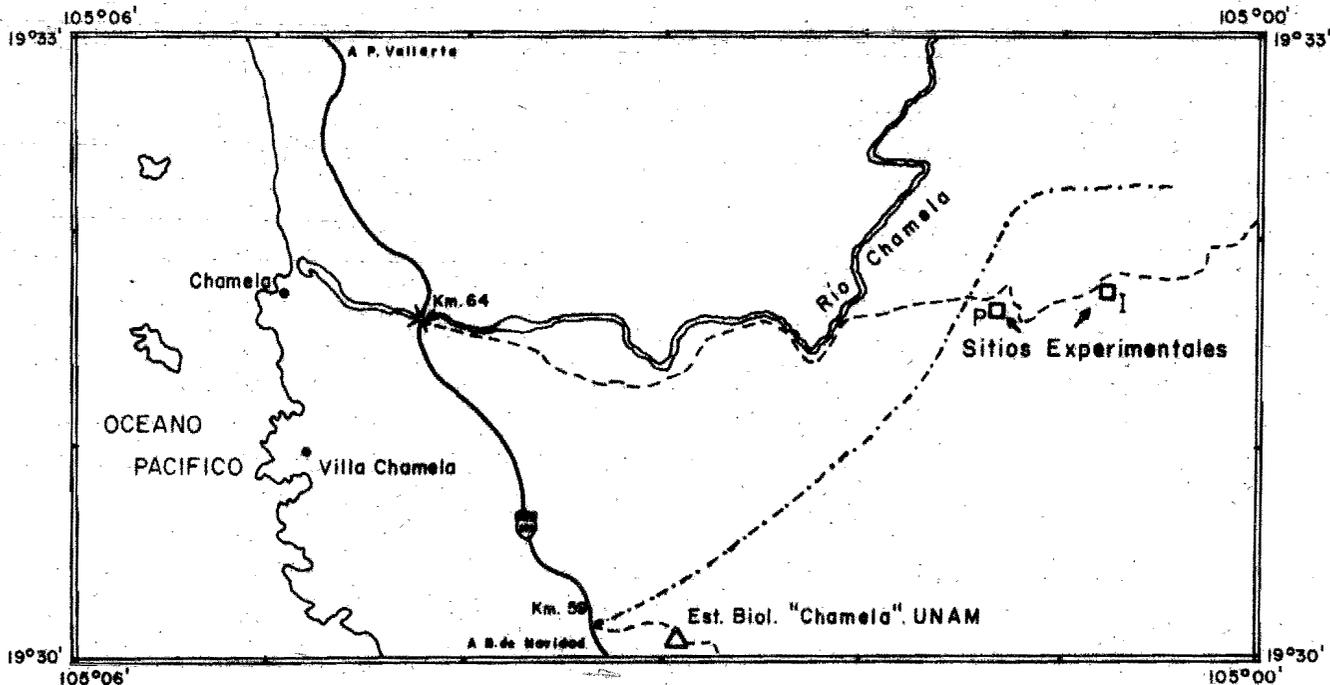
El área de estudio se localiza entre 8 y 10 km al Este del poblado de Chamela (el cual se encuentra a la altura del km 64 de la carretera Federal Barra de Navidad - Puerto Vallarta), en la costa de Jalisco, México. El área forma parte de los terrenos de la "Estación de Investigación, Experimentación y Difusión, Chamela" del Instituto de Biología de la UNAM, la cual se ubica entre las coordenadas 19° 30' y 19° 33' de latitud norte y 105° 00' y 105° 04' de longitud Oeste. La zona pertenece al Municipio de la Huerta, Jalisco.

Para llegar a la zona de trabajo se toma el antiguo camino a La Huerta, el cual parte del cruce que forman la carretera federal a la altura del km 64 y el río Chamela, muy cerca de la desembocadura de éste. (Ver mapa).

Dentro del área se eligieron dos sitios experimentales denominados como P (Terrenos sin pendiente) e I (Terrenos con pendiente) que se encuentran a una altitud de 60 y 90 m s.n.m. y a 6 y 7 km al Este de Chamela respectivamente.

### FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA.

La zona de estudio se encuentra comprendida dentro de la Planicie Costera Sudoccidental y limitada por la Sierra Madre del Sur, muy cerca de su límite Noroeste (Tamayo, 1949).



ESCALA 1: 50 000

LOCALIZACION DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES.

De acuerdo con Gutiérrez (1959), formaría parte de la provincia fisiográfica denominada como "Región Montañosa y de Declive del Pacífico", que como su nombre lo indica es predominantemente montañosa en su relieve (dentro de los terreros de la Estación se presentan lomeríos que van de 20 - 250 m s.n.m.); los valles son en general de poca extensión y significación; la planicie costera es casi inexistente pues su anchura promedio no rebasa los 10 m.

La planicie costera es una formación del Paleozoico caracterizada por sus rocas metamorfoseadas por la tectónica intensa de ese período, litológicamente el terreno se encuentra en su totalidad formado por rocas ígneas terciarias y cuaternarias y en menor escala por rocas sedimentarias probablemente cretácicas que afloran en áreas pequeñas a causa de la erosión. Dentro de las rocas ígneas destacan el granito, basalto y las riolitas, siendo estas últimas las rocas dominantes en la estación; dentro de las sedimentarias tenemos a las calizas, conglomerados calizos y aluviones, siendo estos los más comunes dentro del área de estudio en los escasos valles existentes (Cisneros & Guajardo, 1975).

#### HIDROGRAFIA.

La zona de estudio presenta como drenaje principal el arroyo de Chamela con numerosos afluentes intermitentes entre las barrancas.

CLIMA.

El análisis de los datos de temperatura y precipitación (Cuadro 2) de la estación meteorológica Higuera Blanca, Jal. que se localiza a 25 km al Noreste de la estación muestra que el clima de la zona pertenece al grupo de los cálidos-húmedos (A) con una temperatura media anual de 22° C, y la del mes más frío de 18° C, siendo el tipo más seco de los cálidos-subhúmedos (Wo) con un coeficiente  $P/T = 43.2$ ; se presenta un porcentaje de lluvia invernal = 5% del total anual (w) y una oscilación térmica = 5° C (i). La fórmula completa es entonces. A Wo (w) i de acuerdo con García (1964).

Un rasgo característico de este tipo de clima es la distribución de la precipitación francamente estival, concentrada en los meses de junio a octubre (84% de la precipitación total anual) y la presencia de un período prolongado de sequía que va desde noviembre hasta mayo (Figura 3). Según Jáuregui (1967) el aumento en la precipitación en los meses de agosto-septiembre nos indica la influencia de los ciclones, cuyo porcentaje de incidencia en la costa de Jalisco es de 19% del total en la costa del Pacífico.

CUADRO 2

DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ESTACION HIGUERA BLANCA, JALISCO.

(COORDENADAS 19° 43' y 105° 12'; 50 mts. S.N.M.)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T C°	22.7	21.9	21.7	22.9	24.6	26.4	27.3	27	26.8	26.5	25.1	23.5	Promedio anual 24.7
P mm	13.4	4.62	7.64	2.62	5.82	55.77	108.11	138.99	152.95	82.93	23.28	29.70	Precipitaci- ón total. 625.83

Los datos representan el promedio de 15 años de observación (1960 a 1975).

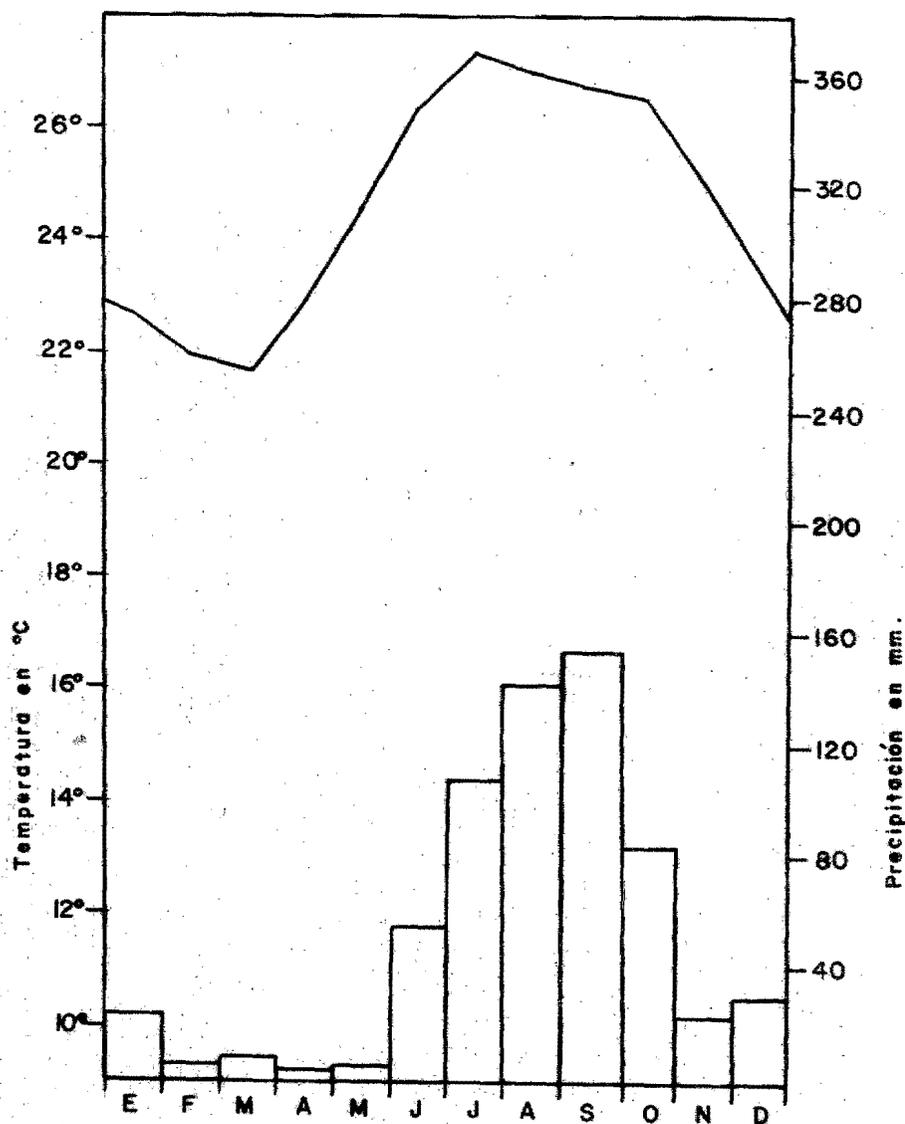


Fig. 3 Marcha anual de la Temperatura y de la Precipitación, Estación Higuera Blanca, Jal. correspondiente a la más cercana a la Zona de Estudio, (los datos representan el promedio mensual de 1960-1975).

SUELO\*

El análisis de los perfiles de suelo de la estación muestra que estos son de reciente formación (Cuaternario), con un gran intemperismo, con desarrollo ligero en sus horizontes; sólo en los sitios con pendiente hay diferenciación de horizontes y debido a la inclinación de las laderas existe arrastre continuo de material en la época de lluvias, el cual es depositado en las partes bajas; la mayor parte de este material se encuentra formado por arenas y limos, así como de minerales intemperizados en diferentes grados a óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio (minerales característicos de las rocas ígneas extrusivas e intrusivas), con una constante pérdida de bases derivadas de los feldespatos.

Tal análisis muestra la existencia de dos tipos de suelo: I) Característicos de las laderas con fuerte pendiente y P) Característicos de las partes bajas con pendiente ligera. Tales condiciones topográficas diferentes determinan que los sitios I sean donadores y que los sitios P sean receptores con lo cual se concluye de inmediato que tienen que ser bajos y su formación interna se realice en estratos de acuerdo con la cantidad de sedimentos que reciben en cada avenida.

---

\* El análisis de los perfiles de suelo fue realizado por Cisneros & Guajardo, 1975, en el laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias, UNAM.

El primer tipo tiende a ser somero, con colores more no oscuros hacia la superficie y moreno claros hacia las partes más profundas; con un 2.5% de materia orgánica hacia la superficie y un descenso progresivo hasta 0% a una profundidad de 100-110 cm. De textura migajón-arenoso (76% - 88% de arena, de 11% - 18% de limo y de 1% - 6% de arcilla). Con un tipo de drenaje donador, o sea, que pierde más agua por gravedad que su capacidad de retención contra la gravedad, provocándose por lo tanto una lixiviación muy rápida de los elementos básicos. Tal lixiviación y la erosión renuevan constantemente el material del perfil impidiendo una gran diferenciación de los horizontes. Más allá de los 80 cm estos suelos presentan una compacidad bastante fuerte.

El pH va de ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6.7 a 7.32 en agua destilada y de 4.85 a 6.8 con cloruro de potasio) distribuyéndose el primero hacia la superficie. El  $\text{Ca}^{++}$  y el  $\text{Mg}^{++}$  intercambiables se mantienen en una forma casi constante a lo largo del perfil variando de 9.0 a 20.0 meq/100 gr de suelo para  $\text{Ca}^{++}$  y de 4.0 a 15.0 meq/100 gr de suelo para el  $\text{Mg}^{++}$ , las cantidades de estos mismos elementos en forma soluble (en agua destilada) aumentan con la profundidad de 2.0 a 17.0 meq/litro de extracto para el  $\text{Ca}^{++}$  y de 4.0 a 23.0 meq/litro de extracto para el  $\text{Mg}^{++}$ , ya que a menor profundidad los minerales primarios que contienen a estos elementos se ven sometidos a un intemperismo más intenso, sufriendo pérdidas por la lixiviación.

En las partes superficiales la capacidad de intercambio catiónico total varía de 6.8 a 22.0 meq/ 100 gr de suelo, disminuyendo en profundidades de 9.8 (10-20 cm) a 8.8 (20-30 cm) meq/ 100 gr de suelo.

El segundo tipo tiende a ser profundo con una mineralogía igual en composición pero en grados más altos de intemperización, más friables, con una capacidad de retención de humedad mayor, con colores más oscuros distribuidos irregularmente en la parte superficial. La textura va de migajón arenoso (38-90% de arena, de 3 - 25% de limo y de 1 - 17% de arcillas), dependiendo la textura de la cantidad de sedimento depositado, de la fuerza de depositación y de la corriente de agua. El porcentaje de materia orgánica a lo largo del perfil es bajo (menor del 1%) pero con una distribución muy regular, la presencia de la materia orgánica no es causada por la lixiviación del perfil sino por la depositación de la misma en cada avenida.

El pH va de ligeramente ácido a ligeramente alcalino, distribuyéndose este último (al contrario del primer tipo) en las partes superficiales del perfil y varía de 6.25 a 7.75 en agua destilada y de 2.5 a 6.5 en cloruro de potasio. A diferencia del primer tipo el  $\text{Ca}^{++}$  es mayor de 1 a 4 veces el  $\text{Mg}^{++}$  (1:1 en el otro tipo) con las siguientes cantidades: para el  $\text{Ca}^{++}$  de 9 a 20 meq/ 100 gr de suelo y para el  $\text{Mg}^{++}$  de 2 a 19 meq/ 100 gr de suelo; los mismos elementos en forma soluble se

encuentran más ampliamente distribuidos en las partes superficiales que en las profundas: para el  $\text{Ca}^{++}$  de 2.0 a 18.10 meq/litro de extracto y para el  $\text{Mg}^{++}$  de 1.0 a 10.0 meq/litro.

La capacidad de intercambio catiónico total es mayor que en los sitios con fuerte pendiente y no varía mucho a lo largo del perfil encontrándose cantidades de 12 a 71 meq/ 100 gr de suelo. Los coloides también son abundantes (de 1 a 18 meq/ 100 gr de suelo), lo cual favorece una mayor retención de cationes esenciales para el crecimiento de las plantas, renovándose constantemente en cada estación de lluvias.

Probablemente tanto las diferencias de textura, pH y profundidad, así como las de capacidad de intercambio catiónico total y humedad, tienen profundos efectos en el establecimiento y crecimiento así como en la distribución de las especies en el área de estudio.

#### VEGETACION.

El tipo de vegetación predominante en los terrenos de la estación es la Selva Baja Caducifolia (Según Miranda & Hernández X., 1963) o Bosque Tropical Deciduo (Rzedowski, 1966); esta suele ser una comunidad vegetal densa, dominada por árboles de menos de 15 m de altura, que forman un techo de altura más bien uniforme, pero no es raro encontrar un estrato adicio-

nal de eminencias aisladas. La copa de estos árboles tiende a ser convexa o plana y su diámetro con frecuencia iguala o sobrepasa la altura de la planta.

Rasgo característico de esta comunidad es que durante los cuatro a cinco meses de la temporada lluviosa, está cubierta de un follaje color verde claro; durante la época de sequía, que es muy marcada y prolongada (7 meses), casi el 100% de las especies pierden sus hojas. Las especies espinosas no son abundantes en el estrato arbóreo, aunque algunas especies de cactáceas forman parte de la comunidad. Las plantas con troncos papiráceos como Bursera spp., Jatropha cordata y Pseudosmodingium perniciosum, a menudo constituyen un elemento importante de la selva.

Aunque en algunas localidades en su área de distribución se observa clara dominancia de una especie, lo común es que de dos a cuatro, a veces hasta diez y más especies distintas compartan la dominancia del estrato arbóreo (Rzedowski & Mc Vaugh, 1966). En el área de estudio las especies más importantes son: Cordia elaeagnoides y Caesalpinia eriostachys, otras especies del estrato arbóreo son (Pérez, 1975 en prep):

Neea sp.

Recchia mexicana

Lysiloma divaricata

Pterocarpus acapulcensis

Acacia acatlensis

Heliocarpus pallidus

Ruprechtia fusca

Platymiscium lasiocarpum

Jatropha sp.

Carica mexicana

Lonchocarpus parviflorus

Piscidia carthagenensis

Lonchocarpus eriocarinalis

Cordia dentata

CARACTERISTICAS DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES.

Dentro de los terrenos de la estación se eligieron dos sitios de selva baja caducifolia con abundancia de Cordia elaeagnoides, pero con características diferentes. Uno de los sitios, el denominado P, se encuentra localizado a 6 km al E de Chamela y a una altitud de 60 m s.n.m. Se caracteriza por presentar suelos profundos, con mayor contenido de materia orgánica, textura de migajón arenoso, poco pedregoso y una pendiente muy ligera (10%). En este sitio Cordia elaeagnoides es la especie dominante con 40 individuos y un índice de dominancia (Según Sarukhán, 1968) = 8134.6; El área total de este sitio es de 4,200 m<sup>2</sup> y se encuentra dividido en cuadros de 10 x 10 m de lado.

El otro sitio, denominado I se localiza a 7 km al E de Chamela y a una altitud de 90 m s.n.m. Se caracteriza por presentar suelos someros, con menor cantidad de materia orgánica, textura arenosa, muy pedregosa y con una pendiente muy pronunciada (30-40%). En este sitio Caesalpinia eriostachys y Cordia elaeagnoides comparten la dominancia, esta última con un índice de dominancia = 10275.9, con 115 individuos. El área total del sitio es de 10,000 m<sup>2</sup> y también esta dividido en cuadros de 10 x

10 m de lado.

Los datos estructurales y la composición florística de ambos sitios fueron obtenidos por Pérez (1975, en prep.).

En estos sitios se están realizando simultáneamente estudios de estructura y composición florística de las comunidades vegetales, productividad foliar, morfología y dispersión de propágulos, crecimiento de árboles, por el grupo de "Ecología de Poblaciones" (Sarukhán y colaboradores) del Depto. de Botánica del Instituto de Biología, UNAM.

MATERIALES Y METODOS.



La especie seleccionada para el presente trabajo fue Cordia elaeagnoides, la selección se hizo con base en las siguientes características:

BIBLIOTECA  
CENTRO DE ECOLOGIA

Es una especie de gran importancia económica (Maderable).

Se encuentra ampliamente distribuida.

Es junto con Caesalpinia eriostachys, la especie dominante en las comunidades vegetales que se encuentran dentro de los terrenos de la estación.

Sus semillas son lo suficientemente grandes que ofrecen la posibilidad de seguir su destino en el suelo sin muchas complicaciones técnicas y son producidas en gran cantidad.

DESCRIPCION DE Cordia elaeagnoides D.C. (BORAGINACEAE). \*

Es un árbol de 6 - 10 y hasta 20 m de alto, con un tronco derecho, ramas gruesas y horizontales y la copa dispersa. Con hojas simples dispuestas en espiral y sin estípulas; las láminas de 6.5 a 14 cm de largo y de 3 a 6.5 de ancho, aovadas a ampliamente elípticas, con el ápice acuminado, el margen entero; glabras, lisas, de color verde oscuro en la haz y el envés sericeo con abundantes pelos adpresos, nervadura central prominente con abundantes pelos largos; con abundantes puntos glandulosos a lo largo de la lámina y peciolo de 2 - 4 cm de largo.

---

\*Tomada de Pennington & Sarukhán, 1968.

Flores en amplias panículas axilares o terminales de 10 a 20 cm de largo, grises pubescentes; flores actinomorfas de 2 a 2.5 cm de diámetro; cáliz acampanulado de 5 a 6 mm de largo, con costillas conspicuas, con 4 a 6 dientes aovados; corola blanco cremoso tubular en la parte inferior expandida en la porción superior en cinco lóbulos oblongos, obtusos, abiertos; estambres 5 exsertos, glabros; ovario súpero, 4 - locular, lóculos uniovulares, estrechamente aovado, glabro; estilo dos veces bifurcado, glabro; los estigmas 4, truncados y papilosos.

El fruto es una nuez con todas las partes florales persistentes; los pétalos convertidos en alas papiráceas morenas, hasta de 2.8 cm de diámetro; conteniendo hasta 4 semillas (lo común es una) de cerca de 5 - 6 mm de longitud, alargadas en el ápice, los cotiledones hasta de 5 mm con las futuras nervaduras prominentes; el embrión de forma ligeramente triangular, de 1 mm; con una testa delgada y endospermo ausente.

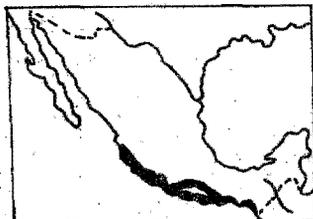
Florece de julio a septiembre siendo en esta época las copas de los árboles muy conspicuas, inclusive a gran distancia, los frutos maduran de octubre a febrero, hacia el final de marzo la mayoría de los frutos han sido dispersados formando un denso tapiz en el suelo.

Los árboles de esta especie pierden sus hojas durante la época de sequía, ocurriendo el máximo desprendimiento de las

mismas hacia los meses de agosto-septiembre. Algunos de los árboles que se encuentran aislados en lugares abiertos o cerca de las casas prolongan un poco más su periodo de floración y fructificación así como el desprendimiento de sus hojas.

Es una especie ampliamente distribuída en la vertiente del Pacífico (Sur de Nayarit, Jalisco, Guerrero, Oaxaca, y Chiapas) incluyendo la Cuenca del Rio Balsas y constituye una de las especies dominantes de las comunidades de Selva Baja Caducifolia. Sus límites altitudinales van desde muy cerca del nivel del mar (Costa de Jalisco) hasta 800-900 m s. n.m. (en la Cuenca del Balsas, donde es un elemento muy importante); es muy abundante en las laderas de los cerros con suelos someros de origen volcánico y de drenaje rápido.

Es una especie ampliamente cultivada y su madera es muy preciada ya que se utiliza en la construcción de muebles, soleras, artículos artesanales, etc. En algunas localidades (Michoacán) constituye la principal fuente de ingresos de los habitantes, por esta razón las poblaciones han sufrido una entresaca muy intensa. Popularmente se le conoce como: "barcino" (Jalisco); "guiri-xina", "ocotillo meco", "ocotillo" (Oaxaca); "bocote", "bojote", "cueramo" (Mich., Gro., Oax.); "gretaña", "griseño" (Chiapas).



MAPA DE DISTRIBUCION DE Cordia elaeagnoides. DC.

### COLECTA DE SEMILLAS.

Las semillas empleadas en el presente trabajo fueron cosechadas hacia el final de la época de fructificación en enero de 1975, tomando directamente de los árboles las infrutescencias (al tiempo de la dispersión las semillas se encuentran incluidas en el fruto, por lo que este constituye la unidad de dispersión). El número de individuos cosechados fue lo suficientemente grande para asegurar una buena muestra representativa. La población de individuos de Cordia elaeagnoides que fueron cosechados se encuentran dentro de los terrenos de la Estación.

### VIABILIDAD DE SEMILLAS

Las semillas cosechadas, fueron almacenadas en una bolsa de algodón y transportadas al laboratorio en donde se realizó la prueba de viabilidad (utilizando sales de tetrazolium al 1%). Las semillas fueron colocadas en cajas de Petri con papel filtro humedecido con la solución de tetrazolium y mantenidas en la obscuridad a una temperatura constante de 22° C, durante 48 hs. Se consideró que una semilla era viable, cuando ésta se teñía totalmente; las semillas vanas presentaban un aspecto característico pues ni siquiera se teñían parcialmente. Trece lotes de 100 semillas cada uno fueron analizados, encontrándose un valor promedio de 14.2% de semillas viables (Tabla I).

TABLA 1. RESULTADOS DEL  
ANALISIS DE VIABILIDAD.

° LOTE NO.	NO. DE SEMILLAS VIABLES.
1	16
2	9
3	13
4	19
5	18
6	17
7	19
8	13
9	12
10	12
11	6
12	18
13	13
N = 13	$\bar{X} = 14.2$ $s^2 = 4.02$

° 100 Semillas por lote.

El primer experimento que permitió conocer con mucho detalle los cambios numéricos de los diferentes parámetros del Banco de Semillas del suelo fue realizado por Sarukhán (1971, 1974). El presente trabajo constituye una adaptación de aquel; el diseño experimental usado fue el denominado de Bloques al Azar con cinco repeticiones y consiste en la introducción (siembra) de una cantidad conocida de semillas en sitios perfectamente determinados de los cuales posteriormente es posible recuperar (cosechar) con toda exactitud las semillas originalmente introducidas.

#### LOCALIZACION DE LOS SITIOS

En cada uno de los dos sitios mencionados anteriormente (sitio P y sitio I) fue seleccionado un cuadro de 3 x 3 m por lado, este se dividió en tres fajas de 3 x 1 m por lado; la faja intermedia constituye el área de acceso a los bloques o cuadros de 1 m por lado que quedaron incluidos en las otras dos fajas (Ver Fig. 4).

Los límites de los bloques fueron permanentemente fijados en el campo, enterrando en el suelo un tubo de acero. (Ver Figs. 4, 5, y 7)

Para poder asegurar que la recuperación o cosecha de las semillas se efectuaba en el mismo sitio de introducción o

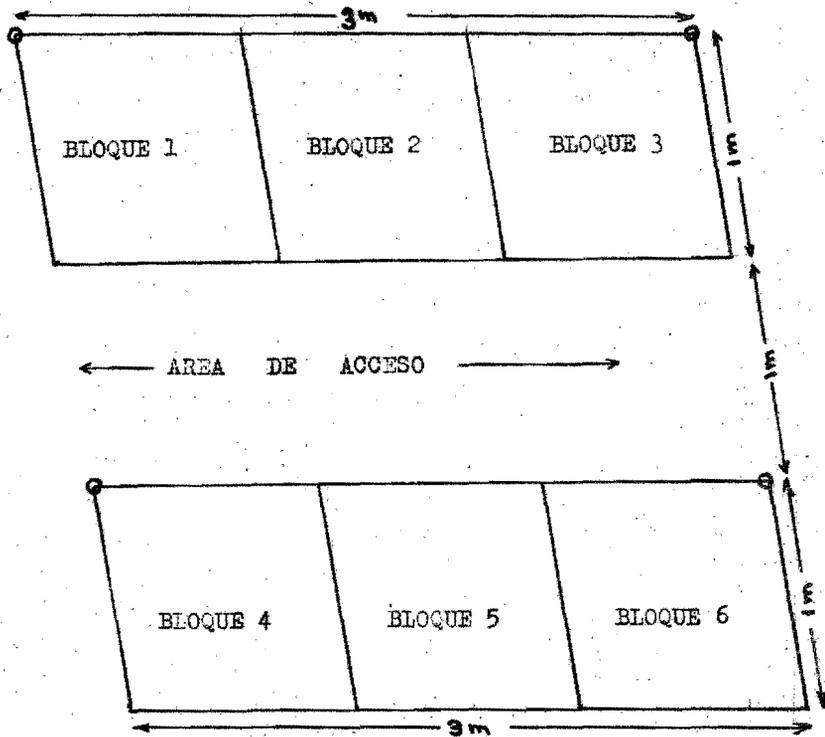


Fig. 4.- Localización de los sitios experimentales. Los tubos de acero enterrados en el suelo se representan con los círculos pequeños.

siembra, se diseñó un aparato que consistía de una barra de aluminio de 3 m de longitud (cuyos extremos se hacían coincidir con los tubos enterrados en el suelo y se unían con varillas) y una cuadrícula de aluminio de 1 m por lado dividida en 25 subcuadros de 20 x 20 cm, la cual se unía a la barra por medio de alambres (Ver Figs. 5, 7 y 8). Así, una vez efectuada la siembra o cosecha se desarmaba todo el dispositivo, quedando solo en el suelo los tubos enterrados. Tal operación se realizó con el mismo material y bajo las mismas circunstancias en ambos sitios experimentales en cada visita.

#### DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS.

Antes de la introducción de las semillas en el suelo se elaboró un mapa de distribución de los bloques y subcuadros. A cada uno de los subcuadros de cada bloque se le asignó un número con la ayuda de una tabla de números aleatorios; los tratamientos que consisten en recuperación de las semillas del suelo a diferentes tiempos a partir de su introducción están representados por los primeros diez números nones, el resto de los subcuadros (sin siembra) están representados por los primeros diez números pares y constituyen los correspondientes testigos (Ver Fig. 6).

Fig. 5 LOCALIZACION EN EL CAMPO DE BLOQUES Y TRATAMIENTOS.

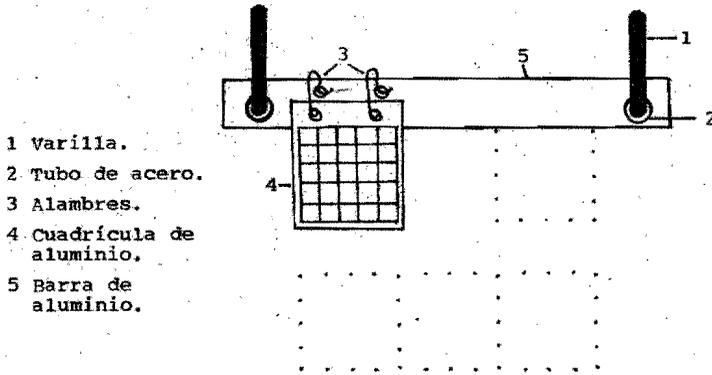
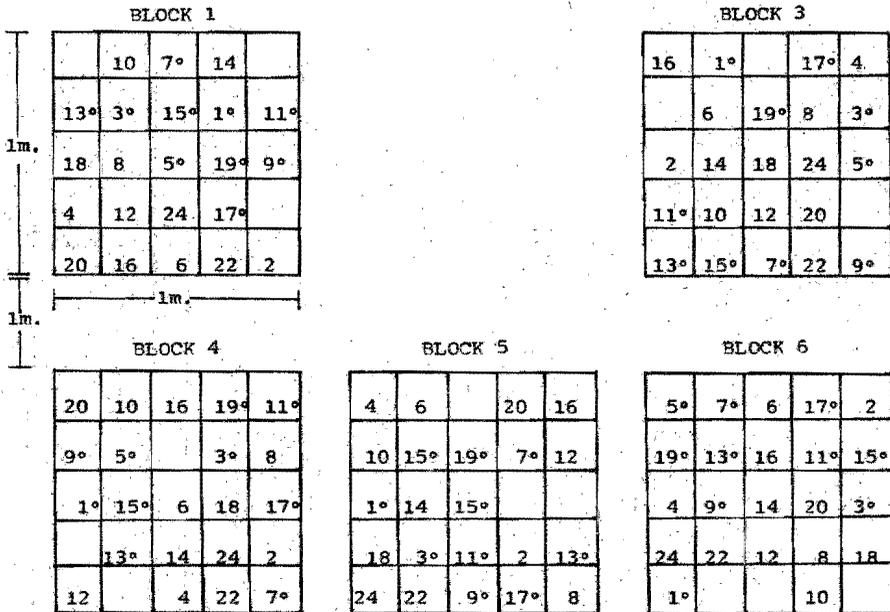
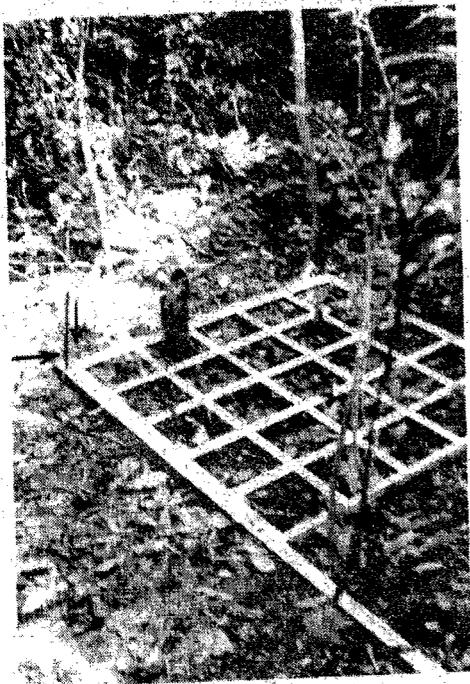


Fig. 6 DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS.





7



8

Fig. 7 y 8.- Localización en el campo de bloques y tratamientos. Los extremos de la barra se hacían coincidir con los tubos - enterrados y se unían con varillas (7). La cuadrícula de aluminio se unía a la barra por medio de alambres (8).

### SIEMBRA.

El trabajo se planeó a 20 meses con recuperaciones bi mensuales de semillas y fue iniciado en marzo de 1975 (justamente un año antes un experimento igual fue iniciado por otro miembro del grupo de trabajo).

Se introdujo un número conocido de semillas (508, de las cuales 72.4 eran viables) en 10 de los 25 subcuadros de cada bloque. Las semillas fueron colocadas utilizando un ángulo de madera que se hacía coincidir con el ángulo inferior derecho de cada subcuadro de la cuadrícula de aluminio, en este ángulo se colocó una caja de Petri cuyo centro estaba perforado, en esta superficie central de la caja se hacía el depósito de las semillas en el suelo ayudándose de un cilindro de papel (Ver. Fig. 9).

La siembra se realizó justamente al final del período de dispersión natural.

### COSECHA.

La recuperación de las semillas se hizo enterrando en el suelo un cilindro de acero de 12.5 cm de diámetro hasta una profundidad de 15 cm. Cada muestra de suelo se vació en una bolsa de plástico y fue etiquetada con los datos correspondien-

CALENDARIO DE COSECHA.

EXPERIMENTO INICIADO EN MARZO DE 1974			EXPERIMENTO INICIADO EN MARZO DE 1975		
TRATAMIENTO	COS. DE SEMILLAS	FECHA	TRATAMIENTO	COS. DE SEMILLAS	FECHA
1	2 MESES	MAY 74	1	1 MES	ABR 75
2			2		
3	4 MESES	JUL 74	3	3 MESES	JUN 75
4			4		
5	6 MESES	SEP 74	5	5 MESES	AGO 75
6			6		
7	8 MESES	NOV 74	7	7 MESES	OCT 75
8			8		
9	12 MESES	MAR 75	9	9 MESES	DIC 75
10			10		
11	14 MESES	MAY 75	11	11 MESES	FEB 76
12			12		
13	16 MESES	JUL 75	13	13 MESES	ABR 76
14			14		
15	18 MESES	SEP 75	15	15 MESES	JUN 76
16			16		
17	20 MESES	NOV 75	17	17 MESES	AGO 76
18			18		
19	22 MESES	ENE 76	19	19 MESES	OCT 76
20			20		

Nos. IMPARES= Tratamientos con siembra.

Nos. PARES= Tratamientos testigo.

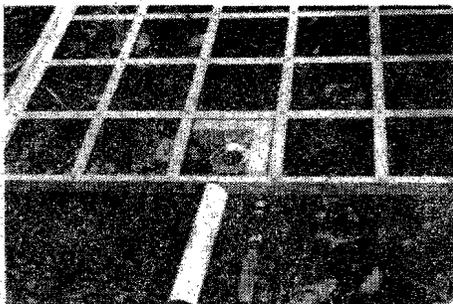


Fig. 9.- Siembra o introducción de las semillas.

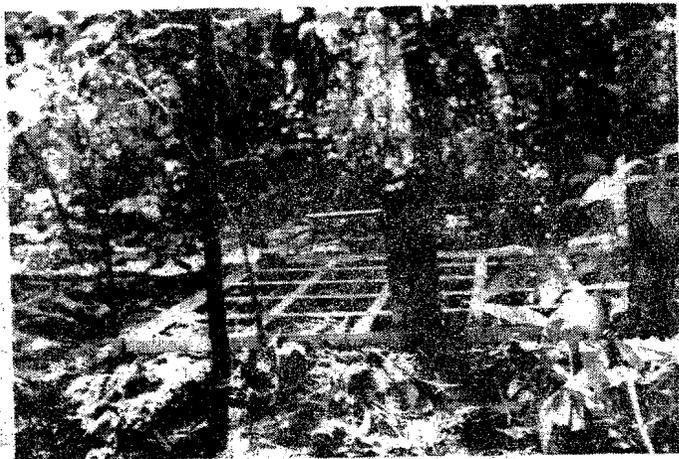


Fig. 10.- Cosecha o recuperación de las semillas.

tes de bloque, tratamiento, fecha y sitio, al mismo tiempo que se registró el número de plántulas presentes. Para asegurar que la recuperación se hacía en el mismo sitio de la introducción, se desprendía la caja de Petri del ángulo de madera y en su lugar se colocaba el cilindro de acero (Ver.Fig. 10).

En cada visita se tomaban dos muestras por bloque, una constituía el tratamiento con siembra, la otra su correspondiente testigo. Así, dado que había cinco bloques en cada sitio, el número total de muestras por visita fue de 20. Como anteriormente se mencionó, la cosecha de semillas se efectuó cada dos meses excepto la primera del experimento iniciado en marzo de 1975, la cual se realizó al primer mes de estancia de las semillas en el suelo (Ver Calendario).

#### PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA EN EL LABORATORIO

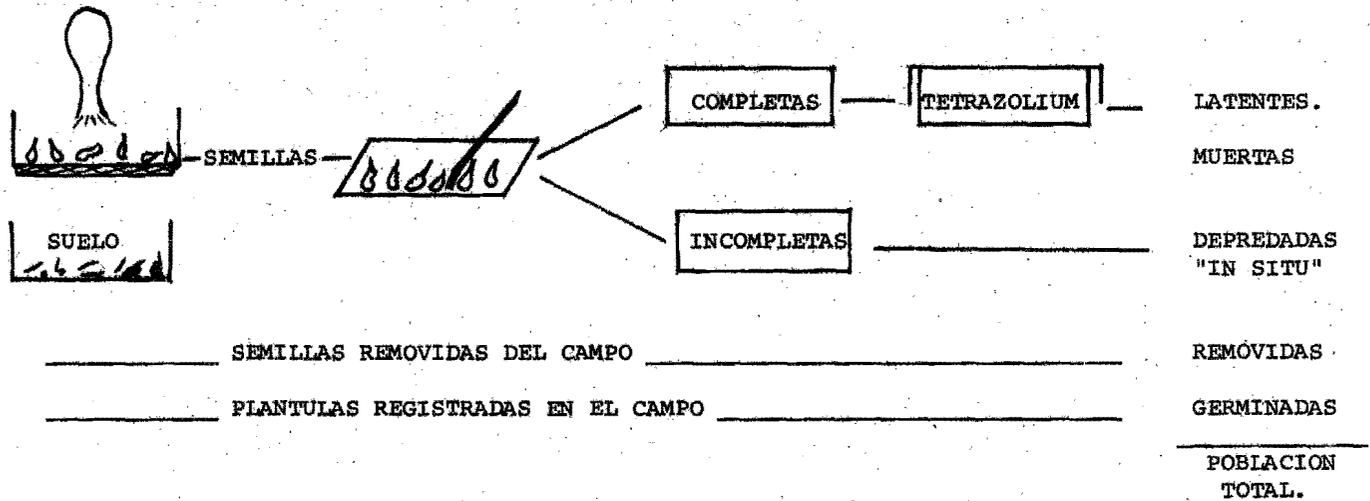
Las bolsas conteniendo las muestras de suelo fueron transportadas al laboratorio, en donde fueron cernidas a través de un tamiz "DUVESA" malla No. 10, con el objeto de separar las partículas de suelo y seleccionar las semillas de Cordia elaeagnoides, este último paso se hizo a mano con la ayuda de una pequeña espátula.

Las semillas fueron separadas en dos categorías: "Completas" e "Incompletas" (aquellas que presentaban daño físico

como probable resultado de la depredación). La primera categoría fue sometida a la prueba de viabilidad (con sales de tetrazolium al 1%), la cual permitió separar la fracción latente de la fracción muerta; la categoría de incompletas representó directamente la fracción de semillas que fue depredada in situ. La fracción germinante fue determinada directamente en el campo, registrando el número de plántulas presentes en cada visita.

La fracción de semillas que fueron removidas del sitio se obtuvo restando al total de semillas originalmente introducidas la suma de las fracciones antes mencionadas. El número total de semillas depredadas se obtuvo sumando el número de semillas removidas al número de semillas depredadas in situ (Ver Fig. 11).

FIG. 11. PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA EN EL LABORATORIO.



RESULTADOS

Los resultados del análisis de las muestras de suelo así como las determinaciones del número de semillas germinadas en el campo se muestran en las tablas 2 y 3. Como se puede ver para el experimento iniciado en marzo de 1974, en ambos sitios la recuperación o cosecha de semillas se realizó exactamente cada dos meses; el número total de cosechas fue de 7 para los terrenos inclinados y de 8 para el sitio con pendiente ligera. Esto significa que se pudo seguir el destino de las semillas durante 18 meses a partir de su siembra, de marzo de 1974 a octubre de 1975.

Para el experimento iniciado en marzo de 1975, en ambos sitios las cosechas fueron igualmente cada dos meses excepto la primera, la cual se realizó exactamente al primer mes de permanencia de las semillas en el suelo; el número de recuperaciones en este experimento fue de 4, es decir, que se pudo precisar el comportamiento del Banco de Semillas durante 7 meses a partir de su siembra, de marzo de 1975 a octubre de 1975.

Todos los resultados en estas tablas se expresan en valores absolutos; y como se mencionó anteriormente, las semillas recuperadas en cada visita fueron divididas en dos grupos; Las completas y las incompletas. Las primeras fueron sometidas a la prueba de viabilidad determinándose así la fracción Muerta (D) y la fracción Viable (L), el segundo grupo representó directamente la fracción de semillas que fueron Depredadas in situ (Pi). El

2a

SITIO: TERRENOS CON PENDIENTE. FECHA DE INICIACION: 19 MARZO 1974.

FECHA DE COLECTA	SEMILLAS RECUPERADAS			SEMILLAS DEPREDADAS			SEMILLAS GERMINADAS.	POBLACION TOTAL
	VANAS	VIABLES	TOTAL	IN SITU	REMOVIDAS	TOTAL		
°	435.8	72.1	508	0	0	0	0	508
2 Meses								
4 Meses			44.8			463.2	0	508
6 Meses	14.8	.2	15	3.6	489.4	493	0	508
8 Meses	10.8		10.8	1.4	495.8	497.2	0	508
12 Meses	16.4	.2	16.6	.6	490.8	491.4	0	508
14 Meses	8.6	0	8.6	.2	499.2	499.4	0	508
16 Meses	6.8	0	6.8	1.6	498.8	500.4	0	508
18 Meses	6.2	0	6.2	1.2	500.6	501.6	0	508

2b

SITIO: TERRENOS PLANOS FECHA DE INICIACION: 19 MARZO 1974.

FECHA DE COLECTA	SEMILLAS RECUPERADAS			SEMILLAS DEPREDADAS			SEMILLAS GERMINADAS.	POBLACION TOTAL
	VANAS	VIABLES	TOTAL	IN SITU	REMOVIDAS	TOTAL		
°	435.8	72.1	508	0	0	0	0	508
2 Meses			108.1			399.9	0	508
4 Meses			25			483	0	508
6 Meses	74.4	1	75.4	4.4	426.8	431.2	0	508
8 Meses			76	7.2	424.8	432	0	508
12 Meses	63	.4	63.4	26.6	418	444.6	0	508
14 Meses	64.2	1.2	65.4	.8	441.8	442.6	0	508
16 Meses	47	0	47	63.8	397.2	461	0	508
18 Meses	43.8	0	43.8	5.4	458.8	463.4	0	508

TABLA 2.- Resultados del análisis de las muestras de suelo y número de semillas germinadas en el campo.

° Siembra de semillas.

3a.

SITIO: TERRENOS CON PENDIENTE      FECHA DE INICIACION: 19 MARZO 1975.

FECHA DE COLECTA	SEMILLAS RECUPERADAS			SEMILLAS DEPRDADAS REMOVI-			SEMILLAS GERMINA-	POBLACION
	VANAS	VIABLES	TOTAL	IN SITU	DAS	TOTAL	DAS	TOTAL
°	435.8	72.1	508	0	0	0	0	508
1 Mes	42.4	1.4	43.6	35.4	429	464.4	0	508
3 Meses	16.2	1.4	17.6	15.6	474.8	490.4	0	508
5 Meses	16	.4	16.4	8.4	482.2	490.6	1	508
7 Meses	18.4	.2	18.6	9.6	479.8	489.4	0	508

3b.

SITIO: TERRENOS PLANOS      FECHA DE INICIACION: 19 MARZO 1975.

FECHA DE COLECTA	SEMILLAS RECUPERADAS			SEMILLAS DEPRDADAS REMOVI-			SEMILLAS GERMINA-	POBLACION
	VANAS	VIABLES	TOTAL	IN SITU	DAS	TOTAL	DAS	TOTAL
°	435.8	72.1	508	0	0	0	0	508
1 Mes	59.4	3	62.4	0	445.6	455.6	0	508
3 Meses	80.8	4.8	85.6	3.8	418.6	422.4	0	508
5 Meses	33.2	1.6	34.8	16.2	456	472.2	1	508
7 Meses	77.4	1.7	79.2	39.7	389.1	428.8	0	508

TABLA 3.- Resultados de los análisis de las muestras de suelo y número de semillas germinadas en el campo.

° Siembra de semillas.

número total de semillas que fueron Removidas del sitio (Pr) se obtuvo restando al total de semillas originalmente introducidas (S) el número total de semillas recuperadas (el cual es = D + L + Pi). El número total de semillas depredadas (P) es = (Pi) + (Pr). La fracción germinante (G) fue obtenida registrando directamente en el campo el número de plántulas presentes en cada visita.

Así, la suma de todas las fracciones nos da la población total de semillas en el suelo en un tiempo dado y puede ser representada por la siguiente ecuación (Sarukhán, 1971, 1974):

$$S = L + D + G + P$$

#### DESTINO DE LAS SEMILLAS EN EL SUELO.

Los cambios numéricos de las diferentes fracciones de la población de semillas del suelo de Cordia alliodora a través del tiempo se muestra en las figuras A y B. El eje de las ordenadas representa el porcentaje de semillas viables originalmente sembradas (en promedio 72.1 semillas viables de las 508 sembradas), el eje de las abscisas el tiempo en meses de estancia de las semillas en el suelo.

#### Experimento iniciado en Marzo de 1975.

Sitio: Terrenos planos (con pendiente ligera), figura A. En es-

te sitio, la fracción de semillas que son depredadas varió de 93.35% a 96.41% del total de semillas viables introducido; tal pérdida se presentó durante el primer mes de permanencia de las semillas en el suelo y a partir de esta fecha se mantuvo con ligeras variaciones hasta el final del experimento. La germinación se presentó entre el cuarto y quinto mes (julio - agosto), el número de semillas que germinaron representa solamente 1.39% del total de viables sembradas y no hubo incremento alguno en el número de plántulas emergidas hasta el final del experimento. Durante el primer mes posterior a la siembra (marzo - abril) la fracción de semillas bajo latencia disminuyó significativamente a 4.16%, volviendo a decaer entre el cuarto y quinto mes (julio - agosto) a 2.2% y se abatió totalmente después.

Sitio: Terrenos Inclinados (con fuerte pendiente), figura B.

Aquí la fracción de semillas depredadas varió de 98.06% a 98.33% del total de viables originalmente introducido; de igual manera tal pérdida se presentó durante el primer mes de estancia de la semilla en el suelo. No se registraron diferencias significativas durante el resto del experimento. Como en el otro sitio, la germinación ocurrió entre el cuarto y quinto mes (julio - agosto) con el mismo valor de 1.39%, el cual se mantuvo constante hasta el final del experimento. La fracción de semillas en estado de latencia sufrió durante el primer mes un abatimiento hasta 1.94%, disminuyendo a 0.28% al séptimo mes.

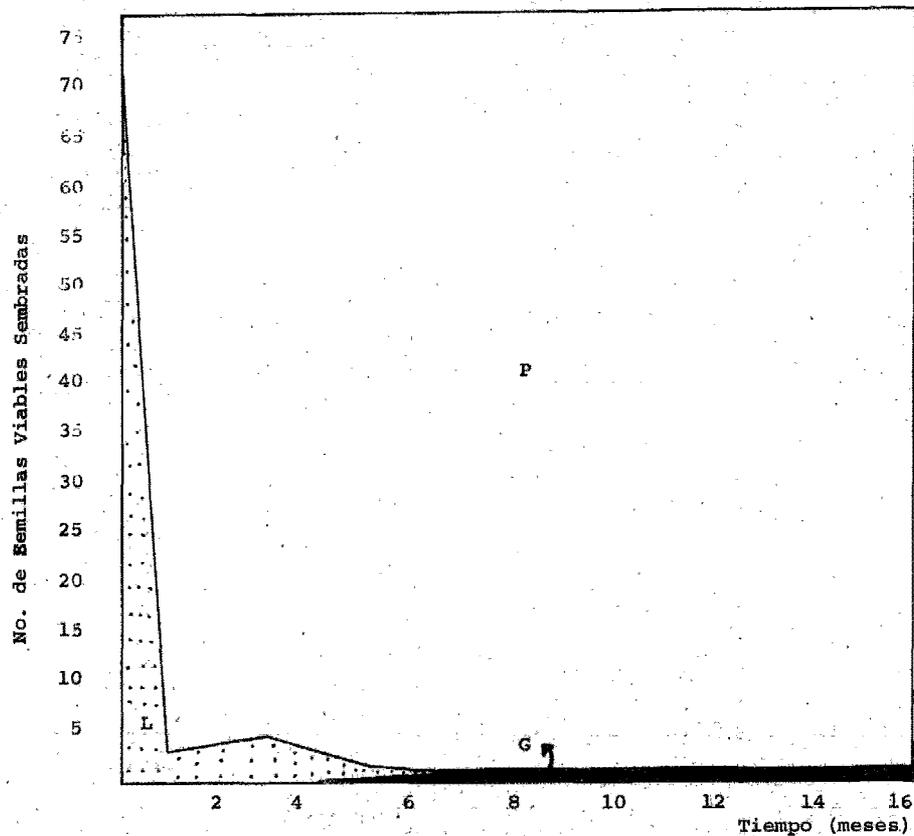


Fig. A.- Cambios numéricos de la población de semillas del suelo en el sitio con pendiente ligera. El experimento fue iniciado en marzo de 1975. L=fracción latente, P=fracción depreada y G=fracción germinante.

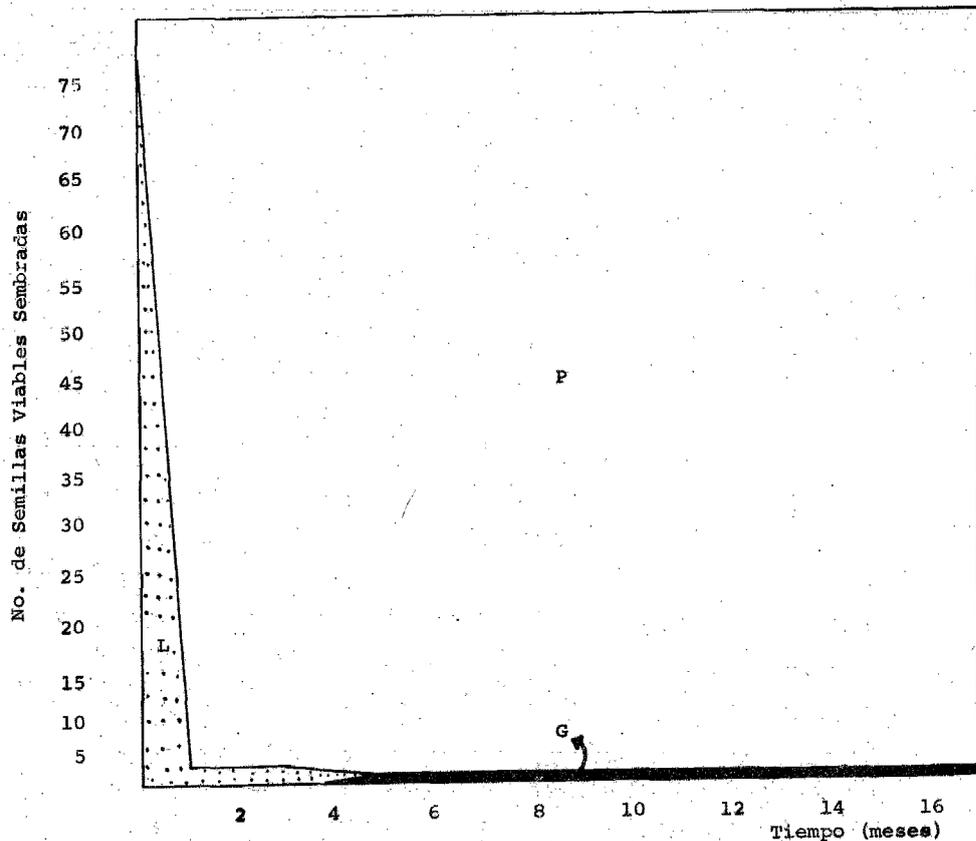


Fig. B.- Cambios numéricos de la población de semillas del suelo en el sitio con fuerte pendiente. El experimento fue - iniciado en marzo de 1975. L=fracción latente, P=fracción depredada y G=fracción germinante.



Experimento iniciado en Marzo de 1974.

BIBLIOTECA  
CENTRO DE ECOLOGIA

En este experimento no se determinó el número de semillas viables contenidas en las dos primeras recuperaciones, la cuarta cosecha tampoco fue procesada y por tanto no se conoce la historia completa durante los primeros cuatro meses y entre el sexto y octavo mes. Así pues los resultados de este experimento son solamente parciales; a continuación se presentan los resultados que fue posible obtener:

Sitio: Terrenos Planos (con pendiente ligera). La fracción de semillas viables decayó hasta 1.39% a los seis meses posteriores a la siembra, disminuyendo hasta 0.55% a los doce meses y agotándose totalmente después. La fracción de semillas depredadas varió de 98.6% a 99.4%, presentándose tal pérdida durante los primeros meses de estancia de la semilla en el suelo.

Sitio: Terrenos Inclinados (con fuerte pendiente). En este sitio la fracción de semillas viables disminuyó hasta 0.28% durante los primeros seis meses (exactamente igual que en el otro experimento). La fracción de semillas depredadas se estimó en 99.72% del total de semillas viables.

En ninguno de los sitios de este experimento se observaron plántulas en el campo.

CURVA DE MORTALIDAD DE LAS SEMILLAS EN EL SUELO.

En la figura C se muestra la caída de la Población de Semillas del Suelo para ambos sitios del experimento iniciado en 1975. Durante el primer mes posterior a la siembra (marzo-abril) sufre una fuerte caída, tal pérdida se debe a depredación; durante el cuarto y quinto mes vuelve a tener una caída debida a germinación. Hacia el séptimo mes los valores son de .28% en el sitio con fuerte pendiente y de 2.3% en el sitio con pendiente ligera.

Estos valores son muy similares a los encontrados para este tiempo en el experimento iniciado en marzo de 1974 (.28% en el sitio con fuerte pendiente y 1.39% en el sitio con pendiente ligera). De tal manera que si proyectamos la tendencia de disminución del banco observada en tal experimento (Ver Fig. D); podemos ver que el Banco de Semillas se abate totalmente a los catorce meses de permanencia de las semillas en el suelo y antes de la nueva época de germinación.

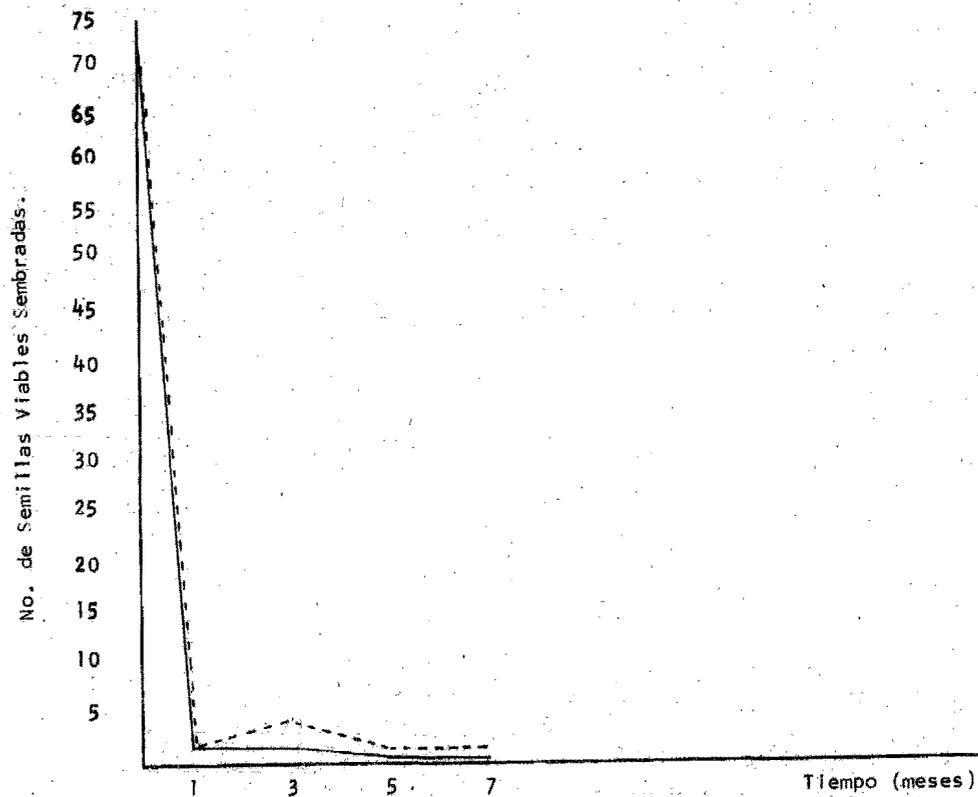


Fig. C.- Curva de sobrevivencia de la poblaci3n de semillas del suelo para ambos sitios. ---- Sitio con pendiente ligera, — Sitio con fuerte pendiente. El experimento fue iniciado en marzo de 1975.

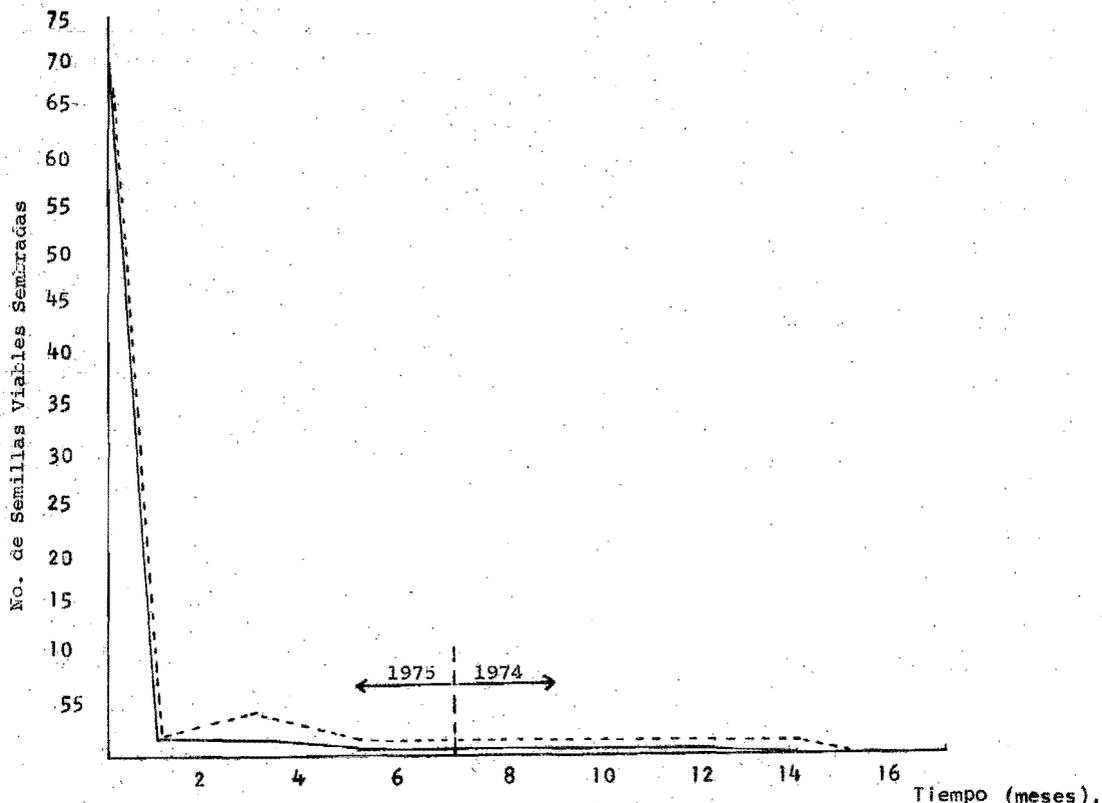


Fig. D.- Curva de sobrevivencia de la poblacion de semillas del suelo para ambos sitios. ----- Sitio con pendiente ligera, — Sitio con fuerte pendiente. Los datos de los primeros siete meses corresponden al experimento iniciado en marzo de 1975, el resto al experimento iniciado en marzo de 1974 (ver texto).

DISCUSSION

Como se puede apreciar en las figuras A y B, la fracción muerta (semillas vanas) no ha sido considerada debido a que el agente de depredación incide tanto en semillas vanas como en las viables, ya sea atacándolas In Situ o removiéndolas, lo cual ocasiona una disminución de ambas fracciones (recuérdese que cada lote de 508 semillas introducidas sólo contenía en promedio 72.4 semillas viables); de esta manera se ocasiona una reducción en el número de semillas viables que imposibilita detectar directamente el número de estas que pasan de la condición viable a la condición muerta. Además, el número de repeticiones usado no preveía tal reducción en el número de semillas y consecuentemente no fue lo suficientemente grande como para detectar cambios numéricos a estos niveles.

Ya que la mayoría de las semillas son depredadas durante el primer mes de permanencia de estas en el suelo, podemos considerar que probablemente la muerte fisiológica de las semillas como factor de pérdida del Banco resulta numéricamente poco importante en este período. Pero sería muy importante si se presentase en el escaso número de semillas viables presentes a partir del primer mes (menos que el 5% en ambos sitios), ya que son estas las que constituyen la fuente de abastecimiento de la población adulta.

La fuerte reducción del banco durante el primer mes fue debida a depredación, presumiblemente por el roedor Liomys

pictus pictus aunque algunas especies de Oryzomys, Nyctomys, Reitrodontomys (ratones); Sciurus colliaei nuchalis (ardilla) y Ortalis poliocephala (ave) pueden estar también involucradas. La única evidencia que sugiere que estas especies son posibles depredadores, es la presencia de semillas de Cordia elaeagnoides en sus contenidos estomacales y la presencia de las mismas en las galerías y abazones de Liomys pictus pictus; pero se desconoce la forma en que cada una de ellas contribuye a la reducción del banco de semillas, su grado de especificidad y su comportamiento.

Igualmente, dada la carencia de información acerca de los requerimientos detallados de germinación no se pudo determinar en que tipo de latencia se encontraban las semillas viables recuperadas y por lo tanto se desconocen las características de la transferencia de un estado de latencia a otro, en caso de que exista. Pero si tomamos en cuenta que el banco de semillas se reduce fuertemente durante el primer mes ya que la mayoría de las semillas son depredadas y que después de la estación de germinación el banco se abate totalmente, probablemente las características de la latencia son tales que optimizan la germinación del escaso número de semillas en la primera estación favorable (época de lluvias) la cual se inicia hacia julio-agosto. El porcentaje de semillas que germinan en esta época es igual en ambos sitios y representa el 1.39% del total de semillas viables originalmente introduci-

do. Para los terrenos con fuerte pendiente representa el 78.5% de total de semillas viables presentes en ese tiempo y para los terrenos con pendiente ligera representa el 20.8%; la significación de estos datos deberá de ser comprobada in crementando el número de repeticiones.

Después de que la germinación ha ocurrido, el número de semillas viables es tan bajo que su consideración resulta poco importante, sobre todo si consideramos que el banco se agota totalmente poco después (Figura D).

Los resultados netos de los cambios numéricos de la población de semillas del suelo se representan en la Figura E. Como se puede ver, a pesar de las diferencias en el ambiente el resultado neto es el mismo.

De estos resultados se desprende, que debido a que no hay mortalidad diferencial en el estado de semillas, las diferencias en la estructura de las poblaciones de Cordia elaeagnoides que existen entre el sitio con fuerte pendiente y el sitio con pendiente ligera se presentan después de que la germinación ha ocurrido; probablemente en el estadio de plántulas y/o juveniles.

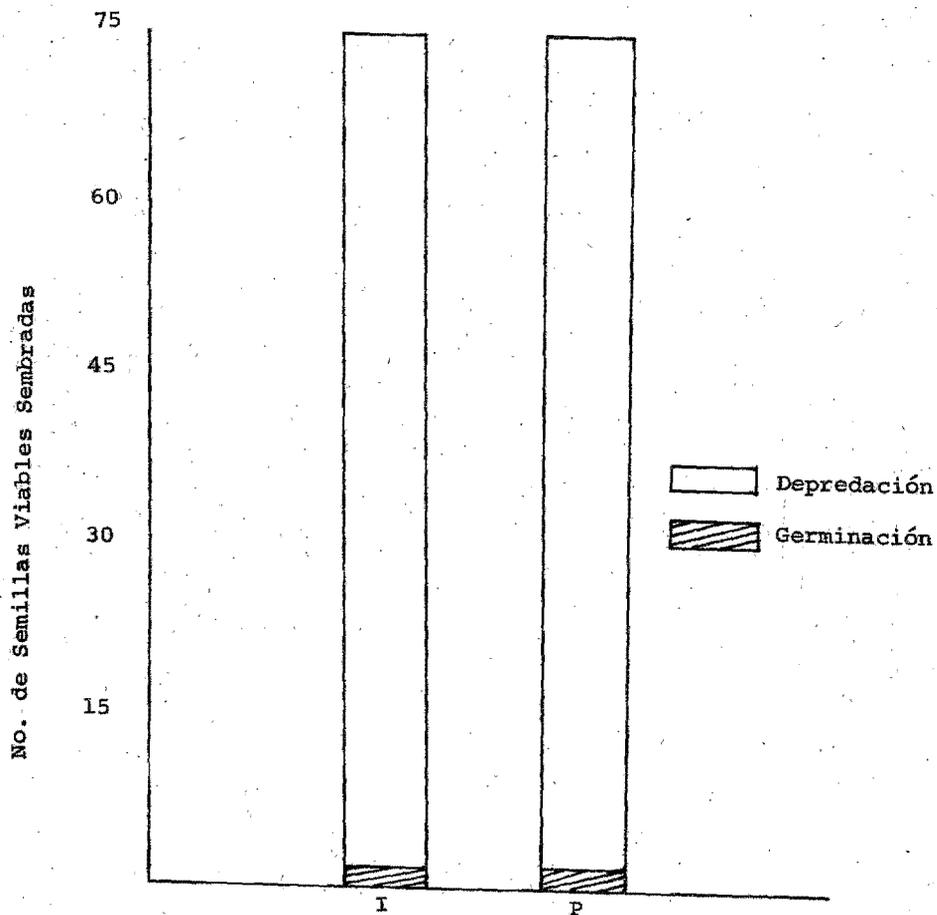


Fig. E.- Resultado neto de los cambios numéricos de la población de Semillas del suelo de Cordia elaeagnoides. I=sitio con fuerte pendiente. P=sitio con pendiente ligera.

## CONSIDERACIONES FINALES

### Reclutamiento.

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en el presente trabajo, el reclutamiento de nuevos individuos a la población adulta vía semillas depende en primera instancia del número de semillas viables que no son depredadas. La segunda etapa crítica es el paso de semilla a plántula cuyo éxito estará determinado tanto por la frecuencia de micrositios adecuados para la germinación y establecimiento como por la intensidad de competencia (Harper, 1970; Janzen, 1970).

Algunas observaciones realizadas por Sarukhán y Pérez (com. pers.) y otras realizadas por mí durante el transcurso del experimento sugieren una fuerte mortalidad de plántulas para esta especie; esto y el hecho de que en la distribución de clases diamétricas no estén representados los individuos jóvenes, sugiere que probablemente el reclutamiento se presenta irregularmente y justo cuando las condiciones ambientales son tales que favorecen una elevada probabilidad de establecimiento y maduración de las plántulas. Un patrón de reclutamiento similar ha sido propuesto por Connell (1970) para dos especies de Bosque Tropical Lluvioso, cuyas semillas son fuertemente depredadas en el suelo: Cryptocarya corrugata y Eugenia brachyandra. Connell propone "que debido a que pro-

bablemente todas las semillas del suelo son depredadas, en algún año una población de semillas puede escapar y establecerse cuando por alguna razón los depredadores son reducidos". En relación con lo anterior este autor también propone que las fluctuaciones o irregularidades del ambiente físico, decrecen en varias formas la efectividad de los depredadores (Ver también Janzen, 1970, 1971; Pianka, 1974; Mac Arthur, 1972). En este sentido, es necesario generar información sobre los requerimientos ambientales de germinación y establecimiento de las plántulas en relación con factores tales como la temperatura, la humedad, la luz, etc., ya que estos pudieran ser una importante causa de mortalidad en esta fase del ciclo de vida. Por supuesto la causa de mortalidad en las plántulas bien pudiera ser un factor biótico tal como depredación, parasitismo o competencia; por lo que es necesario también tener evidencias acerca de las características de la interacción plántula-depredador. Se sugiere entrar a estudiar con detalle las poblaciones y hábitos de las especies de depredadores involucradas, patrones de depredación, épocas de actividad, preferencia y especificidad alimenticia, estimación del tamaño de sus poblaciones y su contribución individual a la reducción del banco de semillas y plántulas; así como también, realizar estudios sobre competencia inter e intraespecífica de plántulas y juveniles.

La información proveniente tanto de los factores bióticos como físicos proveerá de un cuerpo de información básica, necesaria para conocer la forma en la que se regula el es

tablecimiento de los individuos que constituirán la población madura de Cordia elaeagnoides.

Viabilidad.

Por otro lado, el aparente bajo porcentaje de viabilidad (14.2%) de las semillas de Cordia elaeagnoides plantea un interesante problema. ¿Acaso tal característica provee a esta especie de un mecanismo que optimiza el número de semillas que escapan a la depredación?

Esto adquiriría sentido si las siguientes premisas se cumplieran:

- 1° Que el agente de depredación no distinguiese entre una semilla vana y una viable y
- 2° Que para la planta el costo energético de producir semillas vanas sea menor que el costo de producir semillas viables.

En relación con el primer punto los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren que el comportamiento del agente de depredación consiste fundamentalmente de la remoción de las semillas (probablemente a sus galerías) y este incide tanto en semillas vanas como viables, esto significa que existe para ambas la misma probabilidad de ser depredadas. En relación con el segundo punto es necesario investigar si efectivamente para la planta el costo energético de producir semillas vanas es menor que el de producir semillas viables e investigar el ó los

factores que causan tan baja viabilidad, su naturaleza y la forma en que operan.

Así pues, las ventajas hipotéticas de un bajo porcentaje de viabilidad de semillas son tales que se mantiene la misma probabilidad de que las semillas que escapan a la depredación, sean viables, reduciendo fuertemente la cantidad de energía que se invierte en la producción de semillas, la mayoría de las cuales son depredadas (cerca del 95% en los sitios con pendiente ligera y ca. del 98% en el sitio con fuerte pendiente).

Finalmente, en relación con las estrategias de germinación, la información actualmente disponible acerca de la dinámica de las poblaciones de semillas del suelo así como las predicciones de los modelos teóricos de Cohen (1966, 1968) y Janzen (1970), muestran que el número de semillas que germinan en una estación dada dependerá de las probabilidades de éxito reproductivo, esto es, cuando exista una elevada probabilidad de que una semilla germine, madure y alcance el estado reproductivo. La probabilidad de éxito reproductivo dependerá de una serie de factores tales como competencia inter e intraespecífica, depredación tanto en semillas como en plántulas, mortalidad por agentes físicos del ambiente, etc. La intensidad o contribución de estos factores es diferencial para las distintas especies y ambientes, es decir, que para algunas especies el principal factor de mortalidad puede ser la competencia o la depredación

y éstas pueden ser más o menos fuertes en semillas y/o plántulas.

Teniendo esto en mente debemos esperar que la selección natural haya actuado en favor de ciertas características de las semillas que maximizan las probabilidades de éxito reproductivo.

Así por ejemplo en aquellos ambientes con fuertes y muy irregulares fluctuaciones ambientales, en donde se provoca una variación impredecible en la disponibilidad de algunos recursos críticos, la efectividad de los depredadores es fuertemente reducida; se sugiere que la depredación como factor de mortalidad es poco importante y que la probabilidad de éxito reproductivo dependerá de la presencia de condiciones ambientales adecuadas para la germinación, establecimiento y maduración de las plántulas así como de la competencia entre las mismas (Janzen, 1969).

Cohen (1966, 1968) propone que tal variabilidad e impredecibilidad ambiental que se produce entre diferentes años parece ser el principal factor ambiental que origina una fracción de germinación óptima pequeña, sí por ejemplo, todas las semillas de una planta anual germinaran al principio de la estación lluviosa de un año sin subsecuentes lluvias, ellas podrían morir antes de la época de producción de semillas y la

población tendería a desaparecer localmente. Para resolver este problema las especies han desarrollado a través de selección natural algunas características como pueden ser: La capacidad de producir una gran cantidad de semillas por cada plántula germinada cuando las condiciones prevaletientes en un año dado son adecuadas, una alta viabilidad, la presencia de algún tipo de latencia que permita a las semillas sobrevivir en el suelo por muchas generaciones y una fracción germinante anual pequeña (ya que un porcentaje de germinación elevado resultaría desastroso). Tales características permiten a las especies sobrevivir en un ambiente en el cual debido a la impredecibilidad las probabilidades de éxito reproductivo son muy bajas.

Tal situación la podemos encontrar en las plantas anuales del desierto (Mac Arthur, 1972), las cuales tienen una fracción de semillas que no germinan y permanecen latentes en el suelo durante el primer año posterior a la dispersión; si las condiciones prevaletientes son inadecuadas tales semillas retardarán su germinación hasta el siguiente o posteriores años. Muchas especies tienen por ejemplo alguna característica indicadora de lluvia (sensor ambiental) y no germinan hasta que ha caído una gran cantidad de agua que asegure la germinación y establecimiento.

Otro ejemplo lo podríamos encontrar en las denominadas especies arvenses en las cuales los complejos mecanismos de

latencia, particularmente el intercambio de un estadio de latencia a otro, les permite desarrollarse con éxito en ciertos ambientes fuertemente influenciados por el hombre.

Existen en la literatura agronómica numerosos ejemplos de la transferencia de un estado de latencia a otro y su relación con la estación de germinación. Sagar, 1960; Roberts, 1958, 1962, 1966, 1970; Harper, 1960; Sarukhán, 1971, 1974; Sagar y Mortimer, 1975 han mostrado que muchas especies arvenses producen semillas con latencia innata, tal estado representa una medida temporal para impedir la germinación inmediatamente después de la dispersión lo cual permite a las semillas germinar en la próxima estación más favorable. Pero si las condiciones prevalientes no son adecuadas debido por ejemplo a que las semillas son enterradas (como resultado de las actividades de labranza), entonces éstas aunque aptas para germinar, son forzadas a entrar en latencia ya que la germinación comunmente requiere de exposición a la luz.

En tal situación las semillas pueden permanecer por largos períodos de tiempo (Ver capítulo de antecedentes) bajo latencia forzada o inducida intercambiándose entre estos dos estadios. Cuando la tierra es nuevamente labrada las semillas son expuestas a condiciones de luz, temperatura y humedad adecuadas y una fracción de ellas puede germinar y establecerse.

Similar comportamiento lo podemos encontrar en condiciones más naturales en las llamadas especies secundarias, las cuales pueden no estar representadas como plantas vegetativas en la comunidad aunque sí como semillas latentes en el suelo; cuando las condiciones ambientales se modifican (tala, fuego, etc.) estas especies encuentran condiciones adecuadas para su establecimiento y emergen. Estas especies generalmente tienen requerimientos muy específicos; para Ochroma lagopus las altas temperaturas producidas por el fuego pueden actuar como un estimulante para la germinación de las semillas latentes en el suelo que se han acumulado gradualmente a lo largo del tiempo. Lo mismo sucede con muchas especies con semillas fotoblásticas que pueden persistir en el suelo mucho tiempo latentes y que se establecen cuando la calidad y cantidad de luz son adecuadas (Vázquez-Yanes, 1974).

Para las especies que viven en este tipo de ambientes, resulta claro que la presencia de algún tipo de latencia en sus semillas les confiere una ventaja adaptativa muy importante pues les permite sobrevivir a períodos prolongados de condiciones desfavorables y reanudar su ciclo con el restablecimiento de las condiciones adecuadas.

En la consideración de las situaciones anteriores se presume que debido a la impredecibilidad del ambiente, la depredación como un factor de mortalidad de semillas y plántulas

es poco importante (Janzen, 1969, 1970; Connell, 1970). Sin embargo no todos los ambientes que presentan fluctuaciones (como pueden ser aquellos que caracterizan a los bosques templados o selvas tropicales con marcada estacionalidad) producen variaciones totalmente impredecibles en la disponibilidad de recursos (por ejemplo, alimento) ya que muchos aspectos del clima, aunque temporalmente variables, son relativamente predecibles pues se repiten con cierta periodicidad (Pianka, 1974) y se sugiere que la selección natural ha actuado en favor de ciertas características de los depredadores (tales como: la hibernación, la diapausa, o bien su carácter generalista, migratorio, etc.) que les permiten adaptarse a tales patrones temporales de disponibilidad de recursos.

Este puede ser el caso de Cordia elaeagnoides, Pinus pseudostrobus y Pinus hartwegii; especies que habitan ambientes con marcada estacionalidad, y cuyas semillas son fuertemente depredadas en el suelo (más de 95% de depredación para las tres especies). Para estas especies se sugiere que el reclutamiento de nuevos individuos a la población adulta se presenta a intervalos, cuando por alguna razón se reduce la mortalidad (tanto por agentes físicos como bióticos) de semillas y plántulas.

Ahora bien, conforme la amplitud e irregularidad del ambiente es reducida, como por ejemplo en aquellas comunidades tropicales con escasa amplitud de variaciones en temperatura

y lluvia, la mortalidad por agentes físicos se ve fuertemente reducida; en esta situación la probabilidad de éxito reproductivo se verá fuertemente influenciada por factores bióticos tales como competencia y depredación. La estabilidad climática favorece la efectividad de los depredadores de semillas y plántulas debido a que la estación desfavorable se ve reducida tanto en extensión como en severidad. Los depredadores pueden tener tanto como doce meses para localizar su alimento en contraste con el período considerablemente más corto de los bosques templados o selvas marcadamente estacionales (Janzen, 1969).

Existe evidencia de que las semillas y plántulas de muchas especies tropicales son intensamente depredadas por una variedad de organismos. Connell (1970) encontró que la mayoría de las semillas en el suelo de Cryptocarya corrugata y Eugenia brachyandra fueron casi totalmente depredadas en el suelo independientemente de su densidad y distancia métrica respecto al árbol progenitor y que también se presentó una gran mortalidad de plántulas de diferentes especies, especialmente en aquellas que se encontraban más próximas a otras de la misma especie. En una Selva alta Perennifolia en México, los frutos de Astrocaryum mexicanum son fuertemente depredados tanto en la infrutescencia como en el suelo; los resultados de la depredación de los propágulos sobre la superficie del suelo variaron de 68 - 99%. En esta misma comunidad se encontró también una fuerte mortalidad de plántulas de Nectandra ambigens calculándose

para estas una vida media de aproximadamente 4 meses (Sarukhán, 1978, en prensa).

"Sin embargo estas mismas ventajas ambientales también reducen la efectividad de los depredadores debido a que habrá una fuerte selección para desarrollar en las presas defensas, las cuales no solo las protegen de los depredadores sino que también reducen el número de especies que las atacan; tales defensas requieren por parte de los depredadores métodos especializados de ataque. Tal requerimiento de especialización reduce el número de especies de depredadores y con pocas especies de depredadores habrá una mayor oportunidad de escape" (Connell, 1970).

En este sentido, Janzen (1969) remarca el carácter selectivo de los depredadores de semillas y plántulas y sugiere que una serie de características tales como tamaño, número, forma y toxicidad y otras muchas tanto estructurales como funcionales que constituyen en sí un mecanismo que optimiza el número de semillas que escapan a la depredación y se establecen.

Así por ejemplo, este autor sugiere que la selección en favor de la producción de un gran número de semillas pequeñas con una mayor capacidad de dispersión puede por un lado favorecer la estrategia que él denomina "saciación del depredador" al mismo tiempo que permite a las semillas puedan distri-

buirse a una distancia métrica tal respecto al padre, que les permite evadir de esta manera la mortalidad ejercida por los depredadores de semillas y plántulas sensibles a la distancia.

De igual manera la evolución de una costosa defensa química en las semillas (a condición de que tal defensa química no implique un gasto energético adicional, pues esto actuaría en detrimento de la habilidad competitiva del árbol) puede resultar en un reducido número de unidades reproductoras. De esta manera la presencia de una sustancia tóxica (como por ejemplo alcaloides) incrementa las probabilidades de escape a la depredación permitiendo a su vez una mayor probabilidad de sobrevivencia de las plántulas, puesto que se reduce la densidad de las mismas. Las especies de leguminosas que forman dos grupos naturales difiriendo en el número tamaño y toxicidad de las semillas representan estas alternativas (Janzen, 1969).

Otra característica que probablemente tiene un carácter adaptativo muy importante puede ser la producción de una pequeña cantidad de semillas con abundantes reservas en el embrión y/o endospermo lo cual actúa en favor de una mayor tasa de establecimiento especialmente a través de un rápido crecimiento del sistema radicular de las plántulas (Baker, 1972; Stebbins, 1974; Vázquez-Yanez, 1974). Así, las semillas tienden a germinar rápidamente después de que han sido dispersadas,

reduciendo de esta manera los riesgos de mortalidad.

La dispersión como componente de escape a la depredación constituye un mecanismo eficiente que permite a las especies incrementar la frecuencia de sitios adecuados para la germinación y establecimiento. En relación con esto, características de los propágulos tales como: colores brillantes, arilos, olor agradable, abundantes carbohidratos, etc., representa un atractivo para muchas aves dispersoras. Existe suficiente evidencia que muestra que este es un fenómeno común (aunque no exclusivo) para muchas especies primarias de selvas tropicales (Janzen, 1970; Trejo, 1974).

Las especies que viven en este tipo de ambientes, debido precisamente a la intensidad de depredación y a la estabilidad climática, se caracterizan por tener semillas con una viabilidad muy corta y no presentan una latencia prolongada. Las observaciones realizadas por diferentes autores sugieren que esta puede ser una característica común entre las especies de las selvas primarias (Vázquez-Yanes, 1974; Moreno Casasola, 1973, 1977).

Es claro que para establecer generalizaciones aceptables en relación con la Dinámica de Poblaciones de Semillas del suelo, se requieren muchos más datos acerca del destino de la semilla, determinación y cuantificación de la transferencia de

un estado de latencia a otro y sus implicaciones ecológicas, sobrevivencia de plántulas y juveniles en poblaciones naturales; particularmente de una naturaleza comparativa entre especies cercanamente relacionadas.

Los diferentes parámetros del banco de semillas son altamente relevantes para la ecología de las plantas, las cuales se encuentran sujetas a cambios por selección y a la influencia de la estructura genética de la población. La semilla es el vehículo por medio del cual las especies de plantas presentan por primera vez en su ciclo de vida su variabilidad genética al ambiente y es en esta fase donde siempre ocurren los cambios demográficos más importantes y probablemente ocurre también una parte importante de la selección genética de las especies. Es por ello que el estudio del banco de semillas representa un interesante e importante campo de investigación dentro del estudio de la Dinámica de las Poblaciones de Plantas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el estudio de la Dinámica de las Poblaciones de Semillas de Cordia elaeagnoides en el suelo muestran que:

- 1.- La reducción del banco de semillas fue debida principalmente a depredación, la cual fue muy intensa durante el primer mes de vida de las semillas en el suelo. Lo cual permite apreciar la importancia que tienen los factores bióticos tales como depredación en la regulación del tamaño de las poblaciones de plantas.
- 2.- La fracción germinante contribuye muy poco a la reducción del banco ya que representa solamente 1.39% del total de semillas viables originalmente introducido para ambos sitios. La fracción muerta por causas fisiológicas como factor de pérdida, es poco importante numéricamente.
- 3.- Después de que la germinación ha ocurrido (julio-agosto) y antes de la nueva época de dispersión de semillas (noviembre-febrero) el banco se abate totalmente, por lo que se sugiere, que no existe para esta especie acumulación de semillas en el suelo producidas en diferentes años, es decir, no hay sobreposición de generaciones de semillas en el suelo.
- 4.- Considerando el punto anterior y la fuerte mortalidad de

plántulas, se propone que el reclutamiento de nuevos individuos a la población adulta de Cordia elaeagnoides se presenta irregularmente ó en forma discontinua.

- 5.- Los cambios numéricos de la población de semillas del suelo a través del tiempo, así como el resultado neto de ellos, no son significativamente diferentes en las condiciones ambientales consideradas.



AGRADECIMIENTOS:

BIBLIOTECA  
CENTRO DE ECOLOGIA

Al Dr. José Sarukhán Kermez por su valiosa y acer-  
tada asesoría. A los M. en C. Alfredo Pérez J. y Cornelio  
Sánchez, jefes de la "Estación de Investigación, Experimen-  
tación y Difusión, Chamela" durante el período de tiempo en  
que se realizó la investigación; y al personal de la misma,  
por su constante colaboración y por todas las facilidades  
proporcionadas. A los compañeros del grupo de Ecología de  
Poblaciones y Zonas Áridas del Departamento de Botánica del  
Instituto de Biología, especialmente al Biol. Rodolfo Dirzo  
Minjares por su cooperación, estímulo y comprensión. Al Dr.  
Carlos Vázquez-Yanes, los M. en C. Francisco González-Medra-  
no, Williams López-Forment y Alfredo Pérez J., por la revi-  
sión crítica del manuscrito. Al Sr. Armando Butanda por la  
revisión de la bibliografía. A la Srta. Ma. Gloria García  
G. por la transcripción mecanográfica.

Así mismo, agradezco el apoyo económico otorgado  
por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT,  
México).

BIBLIOGRAFIA

- ANTONOVICS, J. (1972). Population dynamics of the grass Anthoxanthum odoratum on a zinc mine. J. Ecol. 60: 351-365.
- BAKER, H.G. (1972). Seed weight in relation to environmental conditions in California. Ecol. 53(6): 997-1010.
- BEAL, W.J. (1905). The vitality of seeds. Bot. Gaz. 40: 140-143.
- \_\_\_\_\_ (1911). The vitality of seeds buried in the soil Proc. Soc. Prom. Agric. 31: 21-23.
- BRENCHLEY, W.E. y WARINGTON, K (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.
- \_\_\_\_\_ (1933). The weed seed population of arable soil. II. Influence of crop, soil and methods of cultivation upon the relative abundance of viable seeds. J. Ecol. 21: 103-127.
- CISNEROS, I y GUAJARDO, O. Estudio de los perfiles de suelo en la Estación Experimental de Chamela, Jal. Sem. Inv. Lab. Edaf. Fac. Ciencias, UNAM. y Depto. Edaf. Inst. de Geología.
- COHEN, D. (1966). Optimizing reproduction in a randomly varying environment. J. Theoret. Biol. 12: 119-129.
- \_\_\_\_\_ (1968). A general model of optimal reproduction in a randomly varying environment. J. Ecol. 56: 219-228.
- CONNELL, J.H. (1970). On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine and in rain forest trees. Proc. Adv. Study Inst. Dynamics Numbers Popul. 298-312.
- DARLINGTON, H.T. (1915). Dr. Beal's seed vitality experiment 17 th. rept. Michigan Acad. Sci.: 164-165.
- \_\_\_\_\_ (1951). The seventy-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. Amer. J. Bot. 38: 379-381.
- \_\_\_\_\_ y STEINBAUER, G.P. (1961). The eighty-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. Amer. J. Bot. 48: 321-325.
- DROZDZ, A. (1967). Food preference, food digestibility and the natural food supply of small rodents. Sec. Prod. of Ecosyst. Terrest. (Principles and Methods). Inst. of Ecol., Pol. Acad. Sci. and IBP. I: 323-330.
- DUVEL, J.W. T. (1902). Seeds buried in soil. Science. N.Y. 17: 872-873.

- \_\_\_\_\_ (1905). Vitality of buried seeds. U. S. Dep. Agr. Bur. Plants Indus. Bull. 83: 228.
- GARCIA, E. (1964). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Inst. de Geografía, UNAM. México.
- GUEVARA, S.S. (1971). Determinación del contenido de semillas en muestras de suelo superficial en una zona cálido húmeda del estado de Veracruz. Tes. Prof. Fac. Ciencias. UNAM. México.
- \_\_\_\_\_ y GOMEZ-POMPA. (1972). Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, México. J. Arnold Arbor. 53: 312-335.
- GOSS, L. W. (1924). The vitality of buried seeds. J. Agr. Res. 29(7): 349-362.
- GUTIERREZ, M.T.V. (1959). Geografía Física de Jalisco. Inst. de Geografía. UNAM. Tes. Prof. México.
- HARPER, J.L. (1956). Studies in seed and seedling mortality. V. Direct and indirect influences of low temperatures on the mortality of Maize. New Phyt. 55(1): 35-44.
- \_\_\_\_\_ (1957). The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. Int. Congr. Pl. Prot. I; 415-420
- \_\_\_\_\_ (1960). Factors controlling plants numbers. In: Harper, J.L. (Ed.). The Biology of Weeds. Oxford Blackwells. pp. 119-132.
- \_\_\_\_\_ (1966). The reproductive biology of the British poppies. In: Hawkes, J.G. (Ed.). Reproductive Biology and Taxonomy of vascular plants. pp. 26-39. Oxford: Pergamon and Botanical Society of British Isles.
- \_\_\_\_\_ (1967). The regulation of numbers and mass in plant populations. In: R.C. Lewontin (Ed.). Population Biology and Evolution pp. 139-158. Syracuse University Press. Syracuse.
- \_\_\_\_\_ (1969). The role of predation in vegetational diversity. Brookhaven Symp. Biol. 22: 48-62.
- \_\_\_\_\_, LOVELL, P.H. y MOORE, K.G. (1970). The shapes and sizes of seeds. Ann. Rev. of Ecol. and Syst. I: 327-355.
- \_\_\_\_\_ y MC NAUGHTON, I.H. (1960). The inheritance of dormancy in inter and intra-specific hybrids of papaver. Heredity. 15: 315-320.
- \_\_\_\_\_ (1962). The comparative biology of closely related species

FE DE ERRATAS.

Página	Línea	Dice	Debe decir
4	13	del vida ciclo	del ciclo
4	17	reproducción	producción
24	7	yla	y la
40	9	La textura va	De textura
65	16	porcentaje	número

- living in the same area. VII. Interference between individuals in pure and mixed populations of Papaver species. New. Phyt. 61: 175-188.
- \_\_\_\_\_ y WHITE, J. (1974). The demography of plants. Ann. Rev. of Ecol. and Syst. 5: 419-463.
- JANZEN, D.H. (1969). Seed-eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. Evolution 23: 1-27.
- \_\_\_\_\_ (1970). Herbivores and the number of tree species in tropical forests. Am. Natur. 109: 501-528.
- \_\_\_\_\_ (1971). Seed predation by animals. Ann. Rev. Ecol. Syst. 2: 465-492.
- JAUREGUI, O.E. (1967). Las ondas del este y los ciclones tropicales. Ingeniería Hidráulica, México. 21(3): 197-208.
- KEY, R. W.J. (1960). Seeds in forest soils. Nigerian Forestry Inform. Bull. Lagos 4: 1-4.
- KIVALAAN, A. y BANDURSKI, R.S. (1973). The ninety-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. Am. J. Bot. 60: 140-145.
- KROPAC, Z. (1966). Estimation of weed seeds in arable soils. Pe-dobiología (Prague) 6: 105-128.
- MAJOR, J. y PYOTT, T.W. (1966). Buried, viable seeds in two California bunchgrass sites and their bearing on the definition of a flora. Vegetatio 13: 253-282.
- MIRANDA, F. y Hernández, X.E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. de Méx. 28: 29-179.
- MORENO-CASASOLA, B.P. (1973). Estudios sobre viabilidad y latencia de semillas tropicales. Tesis. Fac. de Ciencias, UNAM. México
- \_\_\_\_\_ (1976). Viabilidad de semillas de árboles tropicales y templados: Una revisión bibliográfica. In: Regeneración de Selvas. No. 14: 471-526. Ed. CECSA.
- MAC ARTHUR, R. H. (1972). Geographical ecology. Patterns in the distribution of species. Harper and Row Publ. N.Y.
- NUMATA M., AOKI, K. y HAYASHI, I. (1964). Ecological studies on the buried-seed population in the soil as related to plant succession, II. Jap. J. Ecol. 14: 224-227.

- PENNINGTON, T.D. y SARUKHAN, J. (1968). Arboles tropicales de México, Inst. Nal. de Inv. Forest. SAG. México.
- PIANKA, R.E. (1974). Evolutionary ecology. Harper and Row Pub. N. Y.
- RICHARDS, P.W. (1952). The tropical rain forest Cambridge Univ. Press.
- ROBERTS, H.A. (1958). Studies on the weeds of vegetable crops. I. Initial effects of cropping the weeds seeds in the soil. J. Ecol. 46: 759-768.
- \_\_\_\_\_ (1962). Studies on the weeds of vegetable crops. II. Effect of six years of cropping the weeds seeds in the soil. J. Ecol. 50: 803-813.
- \_\_\_\_\_ (1964). The changing population of viable weed seeds in an arable soil. Weed Res. 8: 253-256.
- \_\_\_\_\_ (1966). The seeds population of the soil and its implications for weed control. Proc. Irish. Crop. Prot. Conf. pp. 14-22.
- \_\_\_\_\_ (1970). Viable weed seeds in cultivated soils. Rep. natn. Veg. Res. Str. for 1969. pp. 25-38.
- \_\_\_\_\_ (1972). Viability of seeds. Chapman and Hall, LTD. London.
- RZEDOWSKI, J. y MC VAUGH, R. (1966). La vegetación de Nueva Galicia. Cont. Univ. Mich. Herbarium 9(1): 1-123.
- SAGAR, G.R. (1960). Factores affecting the germination and early establishment of plantains (Plantago lanceolata, P. media and P. major). In: The Biology of Weeds. Ed. Harper, J.L.: 236-245. Blackwell, Oxford.
- \_\_\_\_\_ (1970). Factores controlling the size of plant populations. Proc. 10th Br. Weed Control Conf. 3: 965-979.
- \_\_\_\_\_ y MORTIMER, (1975). The population dynamics of plants. (Manuscrito en prensa).
- SARUKHAN, J. (1968). Analisis sinecológico de las selvas de Terminalia amazonia en la planicie costera del Golfo de México. Tes. Maes. Fac. Ciencias, UNAM. México
- \_\_\_\_\_ (1971). Studies on plant demography. Ph. D. Thesis, University of Wales.

- \_\_\_\_ (1974). Studies on plant demography: Ranunculus repens L., R. bulbosus L. and R. acris L. II. Reproductive strategies and seed populations dynamics. J. Ecol. 62: 151-177.
- \_\_\_\_ (1978). Studies on the demography of tropicals Trees. In: The Biology of Tropical Trees. Ed. Tomlinson, P.B. y Zimmerman, A. Cambridge University Press.
- SCHAFFER, D.E. y CHILCOTE, D.O. (1969). Factors influencing persistence and depletion in buried seeds population. I. A model for analisis of parameters of buried seed persistence and depletion. Crop. Sci. 9: 417-419.
- \_\_\_\_ (1970). Factors influencing persistence and depletion in buried seed populations. II. The effects of soil temperature and moisture. Crop. Sci. 10: 342-345.
- SHELDON, J.C. (1974). The behaviour of seeds in soil. II. The influence of seeds morphology and the behaviour of seedlings on the establishment of plants from surfacelying seeds. J. Ecol. 62: 47-66.
- SYMINGTON, C.F. (1933). The study of secondary growth of rain fores sites. Malayan Forester. 2: 107-117.
- STEBBINS, G.L. (1974). Flowering Plants: Evolution Above the level species. Belknap Press. Cambridge. Mass.
- TAMAYO, J.L. (1949). Geografía General de México. Geografía Física, 2. Tall. Graf. de la Nación. México.
- TEVIS, L. (1958). Interrelations between the harvester ant Vermessor pergandei Mayr. and desert ephemerals. Ecology 39: 695-704.
- TOOLE, E.H. y BROWN, E. (1946). Final results of the Duvel buried seed experiment. J. Agr. Res. 72: 201-210.
- TREJO, P.L. (1975). Estudio sobre la diseminación de semillas por aves en la región de Los Tuxtlas, Ver. Tes. Prof. Fac. Ciencias. UNAM. México.
- VAZQUEZ-YANES, C. (1974). Estudios sobre ecología de la germinación en una zona cálido húmeda. Tes. Doc. Fac. de Ciencias. UNAM. México.
- VILLIERS, A.T. (1975). Dormancy and the survival of plants. Studies in Biology. No. 57. The Institute of Biology. London.

VIZCAINO, C.M. (1976). Análisis del contenido de semillas del suelo de selva alta perennifolia. Tes. Prof. Fac. de Ciencias. UNAM. México.