

<i>Clasif.</i>	001-30322-U0-2004
<i>Autor</i>	Ugalde Avila, Jesus Adan
<i>Titulo</i>	Sucesion en los matorrales deserticos microfilos de Larrea tridentata (gobernadora) en la region de la Sierra de Catorce, San Luis Potosi
<i>Imprim.</i>	Mexico : El autor, 2004
<i>Descr.</i>	76 p. : il.
<i>Notas</i>	Tesis Licenciatura (Biologo)-UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala
<i>EntradaAd</i>	Granados Sanchez, Diodoro, asesor
<i>EntradaAd</i>	Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Facultad de Estudios Superiores Iztacala



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE.

Titulo.	Pagina.
Resumen.	1.
Introducción.	2.
Antecedentes.	6.
Revisión de literatura.	9.
Matorral desértico	9.
Sobre la <i>Larrea tridentata</i> .	10.
Sobre sucesión y cronosecuencia.	13.
Objetivos.	17.
Área de estudio.	19.
Métodos.	21.
Resultados y discusión.	25.
Conclusiones.	53.
Anexo. Perfiles por sitio.	54.
Literatura citada.	66.

INDICE DE CUADROS

PAGINA

CUADRO 1	Tiempos de abandono y recuperación por sitio en años	25
CUADRO 2	Lista de especies y totales por individuo	26
CUADRO 3	Total de especies y organismos por sitio.	27
CUADRO 4	Especies y organismos en sitio 1	28
CUADRO 5	Especies y organismos en sitio 2	28
CUADRO 6	Especies y organismos en sitio 3	29
CUADRO 7	Especies y organismos en sitio 4	29
CUADRO 8	Especies y organismos en sitio 5	30
CUADRO 9	Especies y organismos en sitio 6	31
CUADRO 10	Especies y organismos en sitio clímax	32
CUADRO 11	IVI de las especies encontradas en las áreas de estudio	34
CUADRO 12	Índice de Diversidad por sitio	35
CUADRO 13	Presencia de especies a lo largo de los sitios de estudio	42
CUADRO 14	Correlación variables – ejes	47
CUADRO 15	Correlación para las 5 variables	47
CUADRO 16	Resultados de análisis físico-químicos edáficos	48

INDICE DE FIGURAS

PAGINA

ESQUEMA 1	Arreglo de sitios	25
FIGURA 1	ubicación de la sierra de catorce, San Luis Potosí, México	18
FIGURA 2	Índice de Jaccard	37
FIGURA 3	Sucesión cíclica en el desierto chihuahuense	43
FIGURA 4	Diagrama de ordenación directa 1	45
FIGURA 5	Diagrama de ordenación directa 2	46
FIGURA 6	Anexo Perfiles Por Sitio	55

RESUMEN.

Mediante el uso de la técnica de cronosecuencias se intento reconstruir el proceso de recuperación de la cobertura vegetal en las zonas áridas correspondientes al matorral micrófilo de *Larrea tridentata*. Para esto se seleccionaron siete puntos los cuales después de haber sido perturbados con fines agrícolas fueron abandonados y por consiguiente entraron a un proceso de recuperación natural. Los sitios elegidos presentan de uno a 40 años de abandono (6 sitios) y uno mas considerado como clímax o imperturbado.

Se tomaron datos de la composición florística de cada uno con el fin de observar el modo en que las especies han ido repoblando los distintos puntos. Además de tomar parámetros edáficos en busca de una relación entre estos y la modificación vegetal ocurrida en las zonas de estudio.

En conclusión se observa que la sucesión no ocurre de manera lineal de acuerdo a la definición tradicional, sino que lo que se observo es una reposición de las formas de vida vegetales sin que esto incluya un reemplazo de unas por otras. Concluyendo también que en vista de las características ambientales del lugar el tiempo necesario para recuperar la estabilidad de la comunidad es de 20 años.

1. INTRODUCCIÓN.

La característica más importante en la definición de un desierto es la baja precipitación anual, esto es, se pueden considerar como áridas aquellas zonas en las que la evaporación potencial es mucho más elevada que la cantidad anual de precipitación (Heinrich, 1977; Jaeger, 1961).

La delimitación de zonas áridas o secas se funda en criterios climáticos, pero las formas de vida vegetales, con su estrecha adaptación a las condiciones ambientales proporcionan información complementaria con respecto a la aridez del clima, y son de importancia para el conocimiento y estudio de estas áreas (Miranda, 1964).

Más de la tercera parte de la superficie terrestre es considerada como árida o semi-árida, recibe menos de 400 mm de precipitación anual. Los desiertos de Norteamérica abarcan una extensión de 1 295 000 km², incluyendo los desiertos de la Gran Cuenca, Mojave, Sonorense y Chihuahuense (Velasco, 1991).

México es considerado como uno de los 6 países con mayor megadiversidad biológica y esta conformado en casi un 60% por zonas donde la lluvia es escasa y poco predecible, aunque también donde se conjugan factores que facilitan el fenómeno erosivo como son el suelo suelto y finamente dividido, superficies suaves y con poca cobertura vegetal, extensas áreas planas y otras con pendientes abruptas y vientos fuertes (Montaño y Monroy, 2000).

Los desiertos mexicanos son zonas con flora xérica y climas calientes y secos con precipitaciones generalmente del orden de los 200 mm anuales (Briones, 1994) y de acuerdo a Miranda (1964) las formas de vida que caracterizan a estas áreas van desde árboles de cerca de 15 metros de altura hasta los arbustos y herbáceas diversos.

Rzedowski y Equihua (1987) incluyen dentro de la denominación de matorral xerófilo a toda la vegetación arbustiva que corresponde a regiones de clima seco. Se trata de un conjunto vasto, pues dentro del común denominador de la aridez a su vez existe una amplia gama de variantes de temperatura, de cantidad de lluvia recibida y de condiciones de suelo, dando lugar a numerosas formas de cubierta vegetal. Este matorral en muchos lugares no pasa de 1 metro de altura, pero otras veces alcanza de 3 a 4 metros sin que sea raro que se incluyan especies de tallas más elevadas. En general las plantas crecen espaciadas entre si, dejando espacios vacíos.

Los paisajes constituyen sistemas dinámicos. Distintos autores han interpretado que los patrones observados en la naturaleza y los procesos de cambio, son producto de la acción de factores que actúan e interactúan a diferentes escalas espaciales y temporales en una forma relativamente jerárquica (Delcourt et al., 1983; Forman y Godron, 1986; Zonneveld, 1995).

El análisis de los cambios que ocurren en la superficie terrestre ha constituido un tema central en diferentes campos de la ciencia como la geomorfología, edafología, ecología, biogeografía y evolución biológica, partiendo de diferentes marcos

conceptuales y aproximaciones metodológicas. En particular, desde el punto de vista de la ecología vegetal, los cambios en cuanto a los patrones de distribución de las plantas y la composición específica de las comunidades en el tiempo, fueron señalados históricamente como un fenómeno natural y común por diferentes autores

Desde mediados de la década del 70, dos tendencias conceptuales principales dominaron el campo de la investigación acerca de la dinámica de la vegetación. Por una parte, se produjo un reemplazo de las explicaciones holísticas por aproximaciones reduccionistas y mecanicistas que enfatizan las causas próximas para explicar los cambios de la vegetación, particularmente relacionadas con el enfoque de la ecología de poblaciones. En segundo término, se reemplazan los paradigmas de equilibrio por aquellos de no equilibrio. En este esquema, son los procesos poblacionales los que determinan básicamente el patrón de las comunidades. Estos procesos se expresan a través de mecanismos resultantes de propiedades individuales como capacidad de colonización, competencia o atributos vitales (Bazzaz, 1979; Grubb, 1986; Horn, 1981; Tilman, 1987, 1988; Drury y Nisbet 1973; Pickett, 1976; Grime, 1979; Noble y Slatyer, 1980) y también mecanismos derivados de la interacción entre especies, en particular, los modelos de facilitación, inhibición y tolerancia propuestos por Connell y Slatyer (1977).

En la presente investigación se analizará la sucesión en el matorral desértico micrófilo de Gobernadora (*Larrea tridentata*) bajo el esquema de cronosecuencia, en diferentes áreas impactadas en distintos tiempos en la misma zona.

La hipótesis de trabajo tiene como premisa que es posible reconstruir los procesos temporales de cambio en la composición de especies en las comunidades vegetales, a partir del análisis del mosaico espacial en ambientes semejantes pero de diferentes edades de impacto.

Se eligieron sitios impactados en distintos tiempos por la actividad agrícola, en cada sitio se analizará el proceso de regeneración y cambio en la composición de especies vegetales y en las características del suelo, con el objetivo de reconstruir las etapas de desarrollo de estas comunidades en el desierto Chihuahuense.

Se intenta aportar información que permita reconstruir los procesos de cambio en las comunidades en diferentes etapas temporales en espacios muy semejantes y contribuir al conocimiento del proceso de sucesión y restauración ecológica.

Los estudios que incidan en la creación de programas de manejo y protección de los recursos naturales son importantes, ante su evidente uso indiscriminado (Moreno, 2003). En especial dentro de las zonas áridas, donde hay una gran diversidad de especies, muchas de ellas de carácter endémico.

2. ANTECEDENTES.

Los trabajos de sucesión en zonas áridas se podría considerar que se encuentran en etapas iniciales de desarrollo, aun en 1973 Drury y Nisbet en su estudio de sucesión mencionan que “hasta ahora no existe evidencia cuantitativa suficiente para extender las teorías contemporáneas de la sucesión a hábitat tales como los desiertos”. Aunque mayormente se han realizado trabajos considerando otros tipos de comunidades vegetales, a continuación se presentan algunas investigaciones realizadas en el campo.

Lizarraga (1977) realizó una investigación documental, donde evalúa los tipos de sucesión que se dan en zonas áridas, siendo un trabajo recopilatorio no llega a una definición concluyente del proceso ocurrido en la repoblación vegetal, limitándose únicamente a presentar las conclusiones a que llegan otros autores.

Castellanos (1980) estudio los cambios estacionales de la vegetación en una comunidad de *Larrea-Flourenzia* en el noreste de Zacatecas, denotando una relacion importante y cíclica entre estas y concluyendo que la comunidad es conformada en su dinamismo por los cambios de especies, ya sea desplazándose unas a otras o simplemente desapareciendo..

Reynolds (1986) realizó un estudio de las estrategias adaptativas en los matorrales desérticos con referencia especial a *Larrea tridentata*, examina las características de esta especie que se relacionan con su adaptación y desarrollo en el medio árido.

Briones (1992) estudio la competencia entre especies desérticas, infiriendo el patrón de distribución entre *Larrea tridentata*, *Opuntia rastrera* e *Hilaria mutica*, destacando que estas tres plantas fueron las mas importantes y de mayor cobertura en su área de estudio.

Valverde (1994) presenta un trabajo sobre las relaciones vegetación-ambiente y la morfología funcional de *Larrea tridentata* en el sur del desierto Chihuahuense, resaltando el papel fundamental de las relaciones entre la vegetación xerófito y los factores ambientales.

Grau *et al.* (1997) estudiaron los patrones florísticos y estructurales con el método de cronosecuencia en un bosque subtropical de montaña en Tucumán, Argentina, donde esta técnica les sugiere como algunos parámetros estructurales muestran similitudes entre bosques de 50 años y los patrones de sucesión secundaria neotropicales.

Aravena *et al* (2002) realizan un estudio de Cambios en la riqueza de especies arbóreas, estructura de rodales y propiedades del suelo en una cronosecuencia sucesional en el norte de la Isla de Chiloé, en Chile, donde determinan los patrones de recuperación luego de sufrir perturbación, y ven como la riqueza de especies aumenta en base al tiempo.

Castillo y Gutiérrez (2003) realizaron un estudio con el uso de cronosecuencias, en sus resultados muestran los patrones de desarrollo del suelo asociados con sucesión secundaria en un área perturbada originalmente ocupada por bosque mesófilo de montaña donde observan cambios en la vegetación sobre patrones de desarrollo del suelo y que afectan la

disponibilidad de nutrientes para la plantas, lo cual lleva a una influencia en la estructura de la vegetación.

3. REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1. Matorral desértico

El matorral xerófilo está distribuido en la mitad septentrional de México, de Baja California a Tamaulipas y a lo largo de la altiplanicie hasta Hidalgo y el Estado de México, penetra también al Valle de Tehuacan-Cuicatlán en Puebla y Oaxaca. Ocupa, alrededor del 40% del territorio de México. La flora se halla representada en una notable diversidad de formas entre las cuales se destacan diferentes grupos de cactáceas, magueyes, izotes, yucas y arbustos como la gobernadora (*Larrea tridentata*). (Rzedowski, 1988)

El clima varía ampliamente, desde muy caluroso en las planicies costeras, hasta relativamente fresco en las partes más altas del altiplano. La temperatura media anual varía de los 12 a los 26 ° C. La precipitación media anual es en general inferior a 700 mm y en amplias extensiones está comprendida entre 100 y 400 mm, aunque en algunas partes puede ser de hasta menos de 50 mm anual. Se pueden observar prácticamente todo tipo de condiciones topográficas sin hacer discriminación en lo relativo al sustrato geológico, aunque estos factores, al igual que el tipo del suelo, con frecuencia influyen en la fisonomía y composición florística de las comunidades. (Rzedowski, 1988)

Desde el punto de vista de su composición florística los matorrales son variados. La flora de estos matorrales xerófilos de México es rica en endemismos. En lo que a fisonomía y estructura se refiere, también existe una gran diversidad en el tipo de

vegetación. Ello se debe por un lado a la notable variedad de formas biológicas y por otro lado al hecho de que las comunidades pueden ser en ocasiones muy sencillas en su organización, pero otras veces revistiendo un notable grado de complejidad. Así, por ejemplo, algunos matorrales de *Larrea* o *Prosopis* constan casi exclusivamente de una especie leñosa, todas las plantas arbustivas tienen altura parecida y las distancias entre los individuos son más o menos iguales. (Rzedowski, 1988)

Bajo la categoría del matorral micrófilo, se agrupan las plantas que imprimen el carácter fisonómico a la vegetación correspondiente a arbustos de foliolo pequeño (Shreve, 1951). Estas agrupaciones son las que ocupan la mayor parte de la extensión de las regiones áridas de México.

3.2. Sobre la *Larrea tridentata*.

El género *Larrea*, de la familia de las Zygophyllaceae, está compuesto por cuatro especies distribuidas en las zonas áridas y semiáridas de Norte y Sudamérica. Es la planta más característica de las regiones secas de Norteamérica. Constituye el elemento dominante de grandes extensiones además de ser posiblemente una de las plantas mejor adaptadas a las condiciones de aridez en el continente Americano (Hernández, 1979).

Prospera en los matorrales xerófilos en donde llega a formar masas puras, se distribuye desde la península de Baja California a Tamaulipas e Hidalgo. Las flores se producen todo el año, con más frecuencia entre febrero y abril. Es uno de los

arbustos más abundantes y conspicuos que crece en los sitios más secos de México (zonas áridas y semiáridas), se usa como materia prima para la obtención de resinas y antioxidantes, como pegamento, en la alimentación del ganado y en la medicina tradicional, entre otros usos (Rzedowski y Equihua 1987).

Niembro (1990), reporta a *Larrea* como uno de los arbustos de utilidad en México, la resina es el principal producto que se extrae de las hojas y es utilizada como antioxidante de grasas y aceites, además sirve en la fabricación de barnices, jabones y grasas para calzado, así como en la extracción de fenoles que sirven de base para la obtención de pinturas, plásticos y funguicidas. La infusión que se obtiene de las hojas es utilizada como medicamento casero como antirreumático y como antiséptico.

Es un Arbusto muy ramificado, perennifolio, de 0.6 a 3 m de altura. Hojas formadas por 2 folíolos unidos entre sí en la base. Los folíolos oblicuamente ovados a lanceolados o falcados, divaricados, de 4 a 15 mm de largo por 3 a 8 mm de ancho, enteros, coriáceos, resinosos, de olor penetrante, verde o verde amarillentos. La copa tiene un volumen promedio de 0.124 m³ x arbusto. Arbusto erecto ramificado desde la base. Flores solitarias de 2.5 cm de diámetro, sépalos elípticos de 6 mm de largo por 4 mm de ancho, pubescentes, caedizos; pétalos de color amarillo fuerte, oblongos a lanceolados, de 1 cm de largo por 3 a 5 mm de ancho, caedizos. Fruto subgloboso a obovoide, de 7 mm de largo, coriáceo, con pelos blancos, sedosos, que se vuelven café-rojizos con el tiempo, 5 mericarpios con una semilla cada uno.

Semillas cafés a negras, algo curvadas, de 2 a 4 mm de largo. Con contornos triangulares, en forma de “boomerang”. Embrión con los cotiledones paralelos al plano longitudinal. Sistema radical superficial, poco profundo y muy extenso. Llega a ocupar casi el total del espacio que hay entre un arbusto y otro. (Vázquez-Yanes y col. 1999)

Se distribuye abundantemente en el norte de país, de la Península de Baja California a Tamaulipas e Hidalgo, de los 400 a 1800 m. En los Estados: B.C. B.C.S. COAH. CHIH. DGO. GTO. HGO. NL. QRO. S.L.P. SIN. SON. TAMPS. ZAC. Es una planta Nativa de Norteamérica. Crece en los sitios más secos de México, en terrenos planos, laderas, lomeríos bajos (originados de materiales geológicos del cretácico superior e inferior) y en planicies aluviales. Se desarrolla en lugares con temperaturas de 14 a 28 °C y presencia de 8 meses de sequía, en climas áridos (BS) y muy áridos (BW) y en precipitaciones de 150 a 500 mm anuales. No prospera en zonas de clima isoterma. Los suelos en los que se desarrolla son de profundidad variable, textura franco arenosa, estructura granular, drenaje interno medio de consistencia friable, de color café grisáceo, compacto arcilloso, calcáreo, blanco-arenoso, aluvial con pH de 6.8 a 7.6. (Rzedowski, 1988) (Vázquez-Yanes y col. 1999)

Su importancia ecológica radica en que es una Especie Primaria. Es uno de los principales componentes de la vegetación árida y semiárida del país. Forma comunidades exclusivas y extensas. Vegetación asociada: *Juniperus sp.*, *Acacia sp.*,

Yucca sp., Larrea sp., Pachycereus sp., Prosopis sp., Bursera microphylla, Agave sp., Carnegiea gigantea, Jatropha sp., Berberis sp., Parthenium sp., Cercidium floridium, Fouquieria splendens, Opuntia sp. (Vázquez-Yanes y col. 1999)

3.3. Sobre sucesión y cronosecuencia.

Los paisajes constituyen sistemas dinámicos. Distintos autores han interpretado que los patrones observados en la naturaleza y los procesos de cambio, son producto de la acción de factores que actúan e interactúan a diferentes escalas espaciales y temporales en una forma relativamente jerárquica (Delcourt et al., 1983; Forman y Godron, 1986; Zonneveld, 1995).

Para Drury y Nisbet (1973) el término sucesión es usado para implicar secuencias en el tiempo, sin embargo, directamente sólo pueden observarse cambios a corto plazo, y la mayoría de las descripciones de cambios a largo plazo se basan en la observación de sucesiones espaciales. Hay que resaltar que el término de sucesión muestra variantes de acuerdo a diversos autores. Lizarraga (1977) menciona que cada autor plasma su propio concepto y que hay muchos conceptos que se presentan de manera distinta y en realidad son semejantes.

Para Gleason (1927) la sucesión significa el reemplazo de una asociación de especies por otra que ocupa una posición intermedia entre la composición de especies inicial y la final. Mientras que para Krebs (1963) la sucesión es definida como cambios unidireccionales en el tiempo.

La mayoría de los autores converge en la idea de que la sucesión lleva a una etapa final de madurez en una comunidad. Odum (1969) citado por Drury y Nisbet (op cit) menciona que la sucesión culmina en un sistema más estable en el cual la biomasa máxima y la función simbiótica entre organismos se mantiene por unidad de flujo de energía disponible. Clements (1936) ya manejaba y estudiaba la naturaleza y estructura de la comunidad clímax.

El cambio de la vegetación a través del tiempo puede ser unidireccional y ocurre cuando especies colonizadoras modifican el ambiente (potencial de hidrógeno, nutrimentos, textura, materia orgánica, etc.) dejando que sea ocupado por otras especies. En las zonas áridas y semiáridas es difícil observar la modificación del medio por acción de la vegetación pues el cambio es muy lento. Estas áreas son invadidas usualmente por especies clímax y la sucesión en el sentido clásico no ocurre (Smith *et al.*, 1997). Sin embargo hay plantas que modifican el ambiente del desierto, algunos arbustos y otras plantas de mediano tamaño reducen la fuerza del viento y permiten que se acumule arena y desechos orgánicos alrededor de la base de la planta. El micro-ambiente que se forma llega a ser favorable para la germinación y crecimiento de otras especies vegetales. Ejemplo de esto es la relación cíclica entre *Larrea tridentata* y *Opuntia leptocaulis*, sin embargo este es uno de los pocos ejemplos de sucesión autogénica en los desiertos (Louw y Seely, 1990).

A pesar de presentar una clara uniformidad en su fisonomía, la mayoría de los desiertos presenta una variabilidad espacial ligeramente alta. Las plantas tienden a segregarse en función de la disponibilidad de agua. Las transiciones entre los tipos de comunidades no son constantes en los desiertos, en general estas transiciones tienden a reflejar cambios en la disponibilidad de humedad y nutrientes en los suelos, aunque la temperatura también juega un papel importante en la situación y gradación de las comunidades (Sánchez-González y Granados-Sanchez 2003). Desafortunadamente la escasez de estudios sobre el tema lleva a controversias sobre los patrones de distribución de las especies vegetales en las zonas áridas, desde la noción de una distribución regular por la intensa competencia por agua, hasta la distribución aleatoria resultado de los requerimientos de microhábitats o la reproducción vegetativa (Smith *et al.*, 1997). Heinrich (1977) menciona que los límites de distribución natural de una especie se producen donde unas condiciones ambientales variables disminuyen hasta tal punto su capacidad de competencia que se ve desplazada por otras especies, eso es, que la presencia de las plantas se ve determinada por factores ambientales que permiten su establecimiento y permanencia.

Mientras que en el 2000 Granados y López mencionan que los ecosistemas son entidades dinámicas que cambian con el tiempo, y que la sucesión puede ser entendida como el reemplazamiento de una comunidad por otra, guiado por fuerzas ambientales que conducen hacia una comunidad madura estable y dinámica.

Desde el punto de vista temporal, arbitrariamente se puede hablar de procesos a corto plazo (fluctuaciones), largo plazo (patrones de vegetación en milenios) y rangos de mediano plazo (décadas o centurias), entre los cuales se maneja el concepto de sucesión (Glenn-Lewin y van der Maarel, 1992). Sin embargo, lo que a pequeña o media escala puede ser considerado como fluctuación, puede ser al mismo tiempo, un proceso de dinámica de mosaico a gran escala y, en promedio, los cambios de composición específica pueden ser despreciables (Bormann y Likens, 1979; Heinselman, 1973).

Del mismo modo ocurre en el aspecto espacial. La dinámica de la vegetación puede ser concebida como un proceso de desarrollo y cambio a escala regional, en el paisaje, o en un área muy pequeña. Una comunidad puede ser un mosaico cambiante de parches de diferentes tamaños, edades, estructura y composición (Watt, 1947; Sousa, 1984; Pickett y White, 1985; Martínez- Romos et al., 1989). Esto significa que los patrones espaciales son de suma importancia para comprender los cambios ocurridos en las comunidades (Austin, 1981; Austin y Belbin, 1981).

El enfoque denominado por Pickett (1989): cronosecuencia o reemplazo de espacio por tiempo, ha sido uno de los más utilizados con el objeto de formular modelos descriptivos e hipótesis acerca de los mecanismos que determinan los cambios durante la sucesión vegetal. Luken (1990) indica que la técnica de cronosecuencia puede ser usada con un alto grado de confianza en sitios continuos de diferentes edades mientras puedan ser unidos por el mismo tipo de perturbación.

OBJETIVO GENERAL

- Describir con el método de cronosecuencia la regeneración de la comunidad del matorral micrófilo de *Larrea tridentata* hasta su condición clímax en el área de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Describir los cambios en la composición florística en diferentes espacios impactados en distintos tiempos por la agricultura.
 - Analizar y describir cambios en las formas vitales vegetales a través del tiempo.
 - Estudiar los parámetros físico-químicos edáficos en el proceso de sucesión del matorral.
-
-

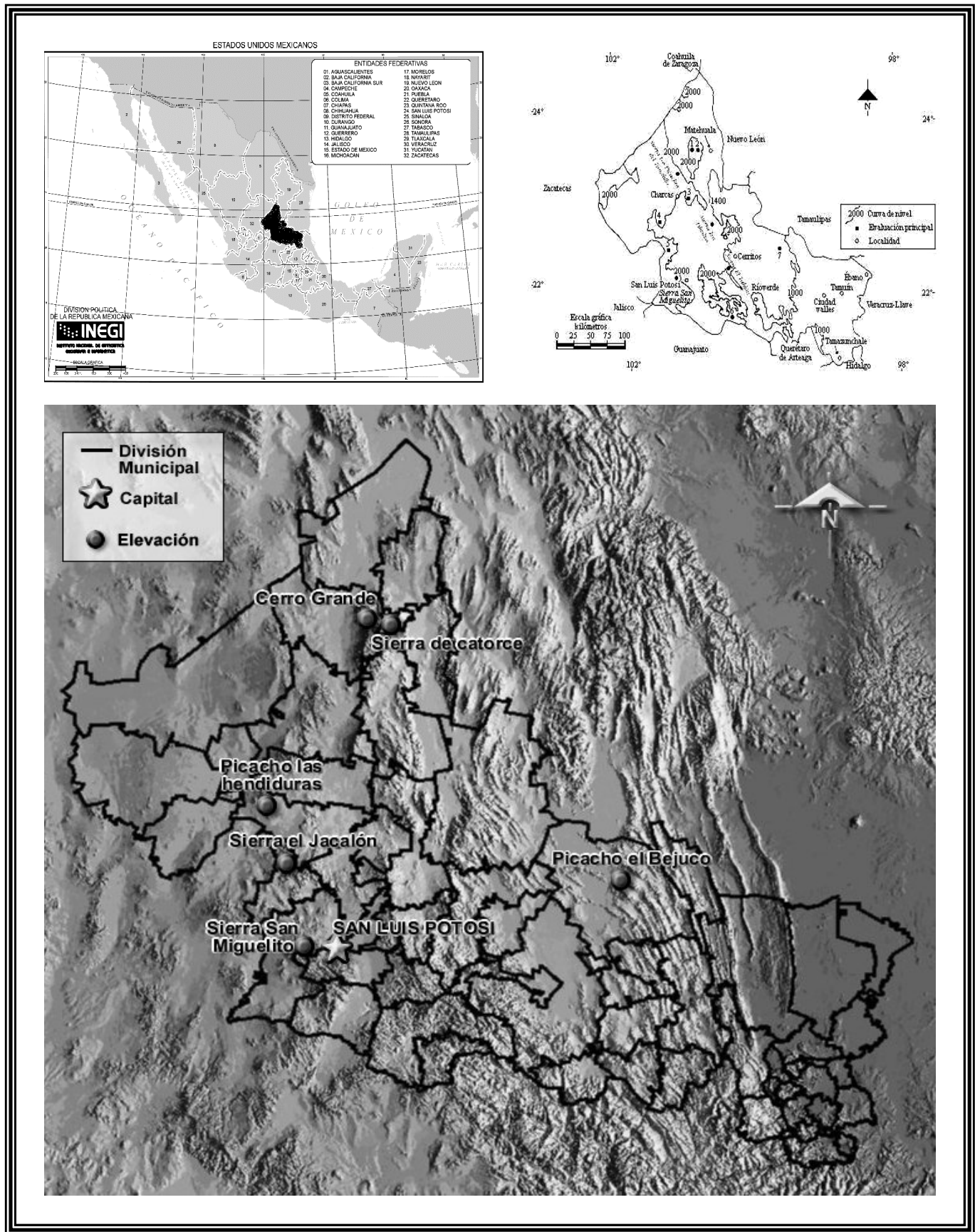


figura 1. ubicación de la sierra de catorce, San Luis Potosí, México. (INEGI, 2003)

ÁREA DE ESTUDIO.

El desierto Chihuahuense se ubica en el altiplano septentrional mexicano en altitudes que oscilan entre los 1 000 y 2 200 m. Incluye principalmente los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Chihuahua, Durango y Coahuila, así como algunas regiones de Nuevo León y Tamaulipas. Su superficie está surcada por numerosas cordilleras montañosas, cuyas cumbres y algunas vertientes no forman parte del clima desértico. En general se presenta una variedad de formas biológicas dominadas por especies arbustivas que dan una fisonomía de matorrales. Entre las formas mas características caben destacar los pastizales: mediano abierto, amacollado arbosufrutescente y el halófito. Además existe el matorral micrófilo inerme, micrófilo espinoso y el izotal (Velasco, 1991).

La Sierra de Catorce (figura 1) se localiza en las latitudes $23^{\circ} 24'$ y $23^{\circ} 47'$ norte y las longitudes $100^{\circ} 46'$ y $100^{\circ} 57'$ oeste, se encuentra en la zona noreste del altiplano Potosino-Zacatecano y forma parte de las sierras inferiores de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental y ocupa una franja que cubre de norte a sur el municipio de Real de Catorce (Sánchez, 1998).

Presenta un clima $BS_1 kw (x') (e)$ semiseco o semiárido, templado, lluvias de verano con alto porcentaje de precipitación invernal y es extremo, con oscilación de las temperaturas medias mensuales entre 7 y $14^{\circ} C$ (García, 1971).

La precipitación media anual es de 306.4 mm. La precipitación máxima se presenta en los meses de mayo, julio y septiembre. Los principales ríos que desaguan en el área son la Maroma, el Jordán, el Pilar y el Chiquito (Comisión Nacional del Agua del Estado de San Luis Potosí, 2003).

La topografía de la Sierra de Catorce es accidentada, en las partes altas dominan las pendientes, en general las laderas presentan exposición hacia el noroeste. Se encuentran expuestas rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. Los suelos en el área son en general jóvenes de poca profundidad (Sánchez, 1998).

Los tipos de vegetación presentes son matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, encinar arbustivo, piñonar y matorral crasicaule (Sánchez, 1998; Sánchez-González y Granados-Sánchez, 2003).

MÉTODOS.

a) Delimitación del área de estudio:

- Revisión bibliográfica de la zona.
 - Revisión cartográfica.
 - Recorridos de campo. Los recorridos preliminares se hicieron en el año de 2002 en los meses de Mayo y Junio en los cuales se ubicaron siete sitios de estudio en el área de piamonte de la Sierra de Catorce, tomando como guía la carretera Cedral-estación Vanegas y el camino a Real de Catorce, con ayuda de personas de la región, para ir ubicando lugares perturbados con distintos tiempos de recuperación, los cuales consistieron en:
 - Área 1. que presentaba 1 año de recuperación.
 - Área 2. que presentaba 3 años de recuperación.
 - Área 3. que presentaba 7 años de recuperación.
 - Área 4. que presentaba 10 años de recuperación.
 - Área 5. que presentaba 20 años de recuperación.
 - Área 6. que presentaba 40 años de recuperación.
 - Área 7. que fue considerada como un sitio clímax.
-
-

-
-
- Cada área fue de aproximadamente 100 m².
 - Los muestreos se realizaron con el método de área en cuadrantes de 4 x 4 m, siendo siete puntos por área, escogidos al azar, de acuerdo a la propuesta de Müller-Dombois y Ellenberg (1974), en donde recomiendan para muestreos de matorral áreas de 10 a 25 m².
 - El primer recorrido de colecta de datos fue en Diciembre de 2002. Se realizó la colecta de especies vegetales, mediante el método de barrido.
 - El segundo recorrido se realizó en septiembre de 2003, con las mismas acciones del anterior.

b) Material colectado:

- se colectaron organismos, cuidando de que los ejemplares se encontraran lo más completos para ayudar en su determinación. Las plantas fueron prensadas y transportadas para su posterior identificación.
 - Se anotaron datos como altitud, coordenadas geográficas, nombre vulgar de la planta, frecuencia (presencia de organismos), densidad (numero por especie) y forma de vida de las especies de acuerdo al sistema de clasificación de Shreve, 1951.
 - Las especies vegetales fueron determinadas en el herbario MEXU del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.
-
-

c) Las muestras de suelo fueron llevadas para su posterior análisis al laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma Chapingo.

- Consistiendo en una muestra de suelo por sitio exceptuando al sitio tres correspondiente a 7 años de abandono y recuperación. Los análisis fueron:
- Densidad aparente. Por el método de probeta.
- Textura. Hidrómetro de Bouyoucos.
- Materia orgánica (MO). Por el método de Walkley y Black.
- pH. Por potenciómetro relación suelo-agua 1:2.
- N total. Digestado con mezcla diácida y determinado por arrastre de vapor.
- K intercambiable. Extraído en acetato de amonio 1.0 N pH 7.0 en relación 1:20 y determinado por espectrofotometría de emisión de flama.
- Na intercambiable. Por espectrofotometría de emisión de flama en el extracto de la pasta de saturación.

d) Los sitios se eligieron con la información y ayuda de los habitantes de localidades cercanas.

e) Análisis estadístico:

- Índice de Jaccard que infiere el grado de semejanza entre comunidades (con datos de presencia / ausencia).
- Índice de diversidad de Shannon-Weaver, utilizado para caracterizar la diversidad de especies en una comunidad y tiene en cuenta tanto la abundancia como la equitatividad de las especies presentes.
- Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual es una medida de dominancia entre especies.
- Análisis de correspondencia canónica (ACC) o CCA por sus siglas en inglés. El cual como técnica de ordenación directa, permite detectar los patrones de variación de los descriptores y donde pueden ser explicados de mejor manera usando una segunda matriz.

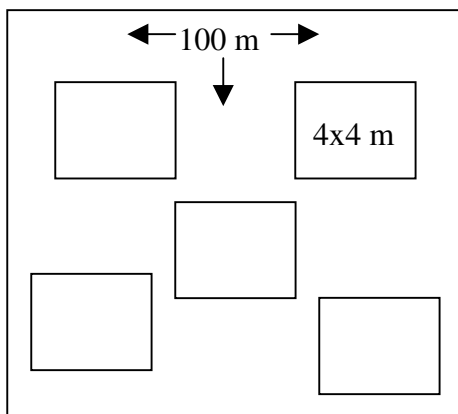
Para los análisis estadísticos y la ordenación se utilizó el programa PC-ORD versión 4.10 (McCune y Mefford, 1999) y el programa ANACOM versión 3.0 (De La Cruz, 1991).

RESULTADOS Y ANÁLISIS.

Cuadro 1. tiempos de abandono y recuperación por sitio en años.

Sitio	Tiempo de abandono y recuperación
1	Uno
2	Tres
3	Siete
4	Diez
5	Veinte
6	Cuarenta
7	Zona clímax

Los sitios de muestreo elegidos cumplían con los siguientes criterios: perturbación previa por actividades de agricultura de temporal y mostraban distintos tiempos de abandono y por consiguiente tenían distintos tiempos de recuperación. Se eligió un sitio como testigo sin señales evidentes de perturbación por actividades agrícolas, el cual se identificó como zona clímax (cuadro 1). Cada sitio fue de aproximadamente 100 m^2 y dentro de cada sitio se tiraron cinco subsitios de 16 m^2 (esquema 1).



Esquema 1. arreglo de sitios de 100 m^2 , y los cinco subsitios de 16 m^2 . la caída de cada subsitio variaba sus patrones de forma azarosa.

Cuadro 2. Lista de especies y totales por individuo

Espece	Densidad
<i>Ambrosia camphorata</i>	3
<i>Agave lechuguilla</i>	2
<i>Agave scabra</i>	42
<i>Atriplex canescens</i>	30
<i>Crypthanta mexicana</i>	20
<i>Dalea bicolor</i>	3
<i>Dyssodia greggi</i>	6
<i>Dyssodia setifolia</i>	97
<i>Echinocereus conglomeratus</i>	2
<i>Euphorbia thymifolia</i>	270
<i>Ferocactus latispinus (recurvata)</i>	4
<i>Ferocactus pringlei</i>	2
<i>Ferocactus sp.</i>	1
<i>Flouencia cernua</i>	38
<i>Fouquieria splendens</i>	1
<i>Jatropha dioica</i>	28
<i>Larrea tridentata</i>	177
<i>Mammillaria sp. 7a</i>	1
<i>Mammillaria sp. Cl</i>	1
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	7
<i>Opuntia imbricata</i>	5
<i>Opuntia leptocaulis</i>	36
<i>Opuntia mycrodasys</i>	58
<i>Opuntia rastrera</i>	14
<i>Opuntia tunicata</i>	3
<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	1
<i>Parthenium incanum</i>	160
<i>Prosopis laevigata</i>	1
<i>Verbesina encelioides</i>	8
<i>Viguiera linearis</i>	1
<i>Yucca carnerosana</i>	3
<i>Zaluzania robinsonii</i>	953
<i>Zinnia acerosa</i>	65
<i>Zinnia juniperifolia</i>	22

Con respecto a la densidad de especies vegetales encontradas, se contabilizaron un total de 2065 organismos, de un total de 34 especies (cuadro 2). El número

relativamente bajo de especies se debe a que para el trabajo de investigación se muestreo sólo el matorral desértico micrófilo donde predomina *Larrea tridentata*. En otros estudios (Sánchez, 1998; Sánchez-González y Granados-Sánchez, 2003) mencionan que la riqueza de especies de distintos tipos de comunidades vegetales de zonas semiáridas a lo largo de gradientes altitudinales es diferente y describen cuales son los factores que tienen mayor relación con este patrón de riqueza diferencial.

Cuadro 3. total de especies y organismos por sitio.

Sitio	# especies	# organismos
1	7	215
2	7	437
3	9	93
4	13	347
5	15	179
6	14	149
7	23	562

Las especies se distribuyeron en los diferentes sitios de muestreo de la siguiente manera: 7 especies con 215 individuos en el sitio 1; 7 especies con 437 individuos en el sitio 2; 9 especies con 93 individuos en el sitio 3; 13 especies con 347 individuos en el sitio 4; 15 especies en el sitio 5 y 14 especies en el sitio 6 con 229 y 174 individuos respectivamente; y 23 especies con 562 individuos en la zona clímax (cuadro 3).

Cuadro 4. Especies y organismos en sitio 1.

Especie	# organismos
<i>Ambrosia camphorata</i>	3
<i>Cryptantha mexicana</i>	6
<i>Dyssodia greggi</i>	6
<i>Larrea tridentata</i>	6
<i>Parthenium incanum</i>	35
<i>Zaluzania robinsonii</i>	158
<i>Zinnia acerosa</i>	1

El sitio 1, de un año de recuperación, se localiza en las coordenadas 23° 50' 24.6" N y 100° 47' 56.8" W; con una altitud de 1 794 m; las especies encontradas son: *Ambrosia camphorata* con 3 individuos; *Cryptantha mexicana*, *Dyssodia greggi* y *Larrea tridentata* las tres especies con 6 individuos, *Parthenium incanum* con 35 individuos, *Zaluzania robinsonii* con 158 organismos y *Zinnia acerosa* con un solo representante (cuadro 4).

Cuadro 5. Especies y organismos en sitio 2.

Especie	# organismos
<i>Atriplex canenses</i>	6
<i>Dyssodia setifolia</i>	13
<i>Euphorbia thymifolia</i>	10
<i>Fluorensia cernua</i>	1
<i>Larrea tridentata</i>	24
<i>Verbecina encelioides</i>	8
<i>Zaluzania robinsonii</i>	375

El sitio 2, de tres años de recuperación, se localiza en las coordenadas 23° 50' 3.8" N y 100° 49' 19.4" W; con una altitud de 1 848 m, las especies encontradas fueron:

Atriplex canenses con 6 individuos, *Dyssodia setifolia* con 13 individuos, *Euphorbia thymifolia* con 10 individuos, *Flourensia cernua* con 1 individuo, *Larrea tridentata* con 24 individuos, *Verbesina encelioides* con 8 individuos y *Zaluzania robinsonii* con 375 individuos (cuadro 5).

Cuadro 6. Especies y organismos en sitio 3.

Espece	# organismos
<i>Atriplex canenses</i>	6
<i>Flourensia cernua</i>	8
<i>Larrea tridentata</i>	9
<i>Mammillaria sp.</i>	1
<i>Opuntia leptocaulis</i>	1
<i>Opuntia mycrodasys</i>	5
<i>Opuntia tunicata</i>	1
<i>Zinnia juniperifolia</i>	22
<i>Parthenium incanum</i>	40

Cuadro 7. Especies y organismos en sitio 4.

Espece	# organismos
<i>Agave scabra</i>	20
<i>Atriplex canescens</i>	13
<i>Dyssodia setifolia</i>	21
<i>Ferocactus recurvata</i>	1
<i>Flourensia cernua</i>	3
<i>Larrea tridentata</i>	29
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	1
<i>Opuntia leptocaulis</i>	2
<i>Opuntia mycrodasys</i>	1
<i>Opuntia tunicata</i>	1
<i>Parthenium incanum</i>	1
<i>Zaluzania robinsonii</i>	251
<i>Zinnia acerosa</i>	3

El sitio 3, de 7 años de recuperación se localiza en las coordenadas 23° 47' N y 100° 51' 20" W; con una altitud de 2100 msnm, presentó las siguientes especies: *Atriplex canenses* con 6 individuos, *Flourensia cernua* con 8 individuos, *Larrea tridentata* con 9 individuos; *Mammillaria sp.*, *Opuntia leptocaulis* y *Opuntia tunicata* con 1 individuo cada una, *Opuntia mycrodasys* con 5 individuos, *Zinnia juniperifolia* con 22 individuos y *Parthenium incanum* con 40 individuos (cuadro 6).

Cuadro 8. Especies y organismos en sitio 5.

Especie	# organismos
<i>Agave lechuguilla</i>	1
<i>Agave scabra</i>	6
<i>Echinocereus conglomeratus</i>	1
<i>Euphorbia thymifolia</i>	50
<i>Ferocactus pringlei</i>	1
<i>Flourensia cernua</i>	16
<i>Jatropha dioica</i>	12
<i>Larrea tridentata</i>	22
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	3
<i>Opuntia leptocaulis</i>	1
<i>Opuntia mycrodasys</i>	23
<i>Opuntia tunicata</i>	1
<i>Parthenium incanum</i>	33
<i>Viguiera linearis</i>	1
<i>Zinnia acerosa</i>	8

El sitio 4 correspondió a diez años de recuperación, se localiza en las coordenadas 23° 49' 18.5" N y 100° 49' 22.8" W; con una altitud de 1 895 m, las especies presentes son: *Ferocactus recurvata*, *Opuntia cantabrigiensis*, *Opuntia mycrodasys*,

Opuntia tunicata y *Parthenium incanum* con un individuo cada una, *Agave scabra* con 20 individuos, *Atriplex canescens* con 13 individuos, *Dyssodia setifolia* con 21 individuos, *Larrea tridentata* con 29 individuos, *Opuntia leptocaulis* con 2 individuos, *Zaluzania robinsonii* con 251 individuos y *Zinnia acerosa* con 3 individuos (cuadro 7).

Cuadro 9. Especies y organismos en sitio 6.

Espece	# organismos
<i>Agave lechuguilla</i>	1
<i>Euphorbia thymifolia</i>	25
<i>Ferocactus pringlei</i>	1
<i>Ferocactus sp.</i>	1
<i>Flourenzia cernua</i>	10
<i>Larrea tridentata</i>	42
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	2
<i>Opuntia imbricata</i>	2
<i>Opuntia leptocaulis</i>	9
<i>Opuntia mycrodasys</i>	4
<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	1
<i>Parthenium incanum</i>	32
<i>Zaluzania robinsonii</i>	12
<i>Zinnia acerosa</i>	7

El sitio 5, de veinte años de recuperación se localiza en las coordenadas 23° 37' 44.8" N y 100° 49' 47.2" W; con una altitud de 1 990 m; las especies encontradas son: *Agave lechuguilla* con 1 individuo, *Agave scabra* con 6 individuos, *Echinocereus conglomeratus* con 1 individuo, *Euphorbia thymifolia* con 50 individuos, *Ferocactus pringlei* con 1 individuo, *Flourenzia cernua* con 16

individuos, *Jatropha dioica* con 12 individuos, *Larrea tridentata* con 22 individuos, *Opuntia cantabrigiensis* con 3 individuos, *Opuntia leptocaulis* con 1 individuo, *Opuntia mycrodasys* con 23 individuos, *Opuntia tunicata* con 1 individuo, *Parthenium incanum* con 33 individuos, *Viguiera linearis* con 1 individuo y *Zinnia acerosa* con 8 individuos (cuadro 8).

Cuadro 10. Especies y organismos en sitio clímax.

Especie	# organismos
<i>Agave scabra</i>	16
<i>Atriplex canescens</i>	5
<i>Crypthanta mexicana</i>	14
<i>Dalea bicolor</i>	3
<i>Dyssodia setifolia</i>	63
<i>Echinocereus conglomeratus</i>	1
<i>Euphorbia thymifolia</i>	100
<i>Ferocactus latispinus (recurvata)</i>	3
<i>Ferocactus pringlei</i>	1
<i>Fouquieria splendens</i>	1
<i>Jatropha dioica</i>	16
<i>Mammillaria sp.</i>	2
<i>Larrea tridentata</i>	45
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	1
<i>Opuntia imbricata</i>	3
<i>Opuntia leptocaulis</i>	23
<i>Opuntia mycrodasys</i>	25
<i>Opuntia rastrera</i>	14
<i>Parthenium incanum</i>	19
<i>Prosopis laevigata</i>	1
<i>Yucca carnerosana</i>	3
<i>Zaluzania robinsonii</i>	157
<i>Zinnia acerosa</i>	46

El sitio 6, de cuarenta años de recuperación, se localiza en las coordenadas 23° 47' 37.5" N y 100° 49' 44.1" W; con una altitud de 2 006 m, las especies encontradas son: *Agave lechuguilla* con 1 individuo, *Euphorbia thymifolia* con 25 individuos, *Ferocactus pringlei* con 1 individuo, *Ferocactus* sp. Con 1 individuo, *Flourenzia cernua* con 10 individuos, *Larrea tridentata* con 42 individuos, *Opuntia cantabrigiensis* con 2 individuos, *Opuntia imbricata* con 2 individuos, *Opuntia leptocaulis* con 9 individuos, *Opuntia mycrodasys* con 4 individuos, *Parthenium bipinnatifidum* con 1 individuo, *Parthenium incanum* con 32 individuos, *Zaluzania robinsonii* con 12 individuos y *Zinnia acerosa* con 7 individuos (cuadro 9).

El sitio 7 correspondió a la zona clímax y se localiza en las coordenadas 23° 49' 21.8" N y 100° 49' 23.6" W; con una altitud de 1 891 m. Las especies encontradas son: *Agave scabra* con 16 individuos, *Atriplex canescens* con 5 individuos, *Crypthanta mexicana* con 14 individuos, *Dalea bicolor* con 3 individuos, *Dyssodia setifolia* con 63 individuos, *Echinocereus conglomeratus* con 1 individuo, *Euphorbia thymifolia* con 50 individuos, *Ferocactus latispinus (recurvata)* con 3 individuos, *Ferocactus pringlei* con 1 individuo, *Fouquieria splendens* con 1 individuo, *Jatropha dioica* con 16 individuos, *Mammillaria* sp. con 2 individuos, *Larrea tridentata* con 45 individuos, *Opuntia cantabrigiensis* con 1 individuo, *Opuntia imbricata* con 3 individuos, *Opuntia leptocaulis* con 23 individuos, *Opuntia mycrodasys* con 25 individuos, *Opuntia rastrera* con 14 individuos, *Parthenium incanum* con 19 individuos y *Prosopis laevigata* con 1 individuo (cuadro 10).

Cuadro 11. IVI de las especies encontradas en las áreas de estudio.

Especie	IVI (%)	IVI (% Acumulado)
<i>Zaluzania robinsonii</i>	27.6	27.6
<i>Larrea tridentata</i>	8.6	36.2
<i>Parthenium incanum</i>	7.6	43.8
<i>Euphorbia thymifolia</i>	5.8	49.6
<i>Zinnia acerosa</i>	4.5	54.1
<i>Opuntia microdasys</i>	4.4	58.5
<i>Dyssodia setifolia</i>	4.2	62.7
<i>Flourenzia cernua</i>	3.8	66.5
<i>Opuntia leptocaulis</i>	3.8	70.3
<i>Atriplex canescens</i>	3.1	73.4
<i>Agave scabra</i>	2.5	75.9
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	2.5	78.3
<i>Jathropa dioica</i>	1.9	80.2
<i>Opuntia tunicata</i>	1.8	82.0
<i>Ferocactus pringlei</i>	1.8	83.8
<i>Crypthanta mexicana</i>	1.7	85.4
<i>Opuntia imbricata</i>	1.3	86.7
<i>Ferocactus latispinus</i>	1.2	87.9
<i>Agave lechuguilla</i>	1.2	89.1
<i>Echinocereus conglomeratus</i>	1.2	90.3
<i>Zinnia juniperifolia</i>	1.1	91.4
<i>Opuntia rastrera</i>	0.9	92.4
<i>Verbesina enceloides</i>	0.8	93.2
<i>Dyssodia greggi</i>	0.7	93.9
<i>Dalea bicolor</i>	0.6	94.5
<i>Ambrosia camphorata</i>	0.6	95.2
<i>Yucca carnerosana</i>	0.6	95.8
<i>Mammillaria</i> sp. (Climax)	0.6	96.4
<i>Mammillaria</i> sp.	0.6	97.0
<i>Viguiera linearis</i>	0.6	97.6
<i>Ferocactus</i> sp.	0.6	98.2
<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	0.6	98.8
<i>Fouquieria splendens</i>	0.6	99.4
<i>Prosopis laevigata</i>	0.6	100.0

El índice de valor de importancia (IVI, Cuadro 11), revela que las especies más dominantes son *Zaluzania robinsonii*, *Larrea tridentata*, *Parthenium incanum* y *Euphorbia thymifolia* con casi el 50% del IVI total.

De estas cuatro especies sólo *Larrea tridentata* es una planta tipo arbusto y llega a ocupar hasta el 90 % de cobertura total en los sitios 4, 5, 6 y 7.

Cuadro 12. Índice de Diversidad por sitio

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER

ESTACIÓN	Sp	D	Dm x	Dmin	E	R
clímax	23	2.314	3.135	0.316	0.738	0.291
20 años	15	2.081	2.708	0.481	0.769	0.281
40 años	14	2.031	2.639	0.520	0.770	0.287
7 años	9	1.621	2.197	0.472	0.738	0.334
10 años	13	1.095	2.565	0.236	0.427	0.631
1 año	7	0.906	1.946	0.177	0.466	0.588
3 años	7	0.628	1.946	0.097	0.323	0.713
TOTAL	34	1.997	3.526	0.147	0.566	0.452

Viguiera linearis, *Ferocactus* sp., *Parthenium bipinnatifidum*, *Fouquieria splendens* y *Prosopis laevigata* sólo representan cerca de 3 % de cobertura total. Estas especies aparecen hasta los 20 años de recuperación, en cambio *Zaluzania* y *Larrea* están presentes durante todos los sitios de estudio.

Como se observa en el Cuadro 12, el sitio que corresponde a la zona clímax presentó el mayor índice de diversidad, seguido del sitio que correspondió a 20 años, mientras que los sitios que presentaron menor diversidad fueron los sitios de 1 y 3 años de recuperación (sitios 1 y 2).

El índice de semejanza de Jaccard, que se basa en datos de ausencias y presencias de los organismos entre los distintos sitios de muestreo. El dendrograma (Figura 2) muestra que la mayor semejanza se da entre los sitios de 20 y 40 años, con un porcentaje cercano al 100% y entre los sitios de 7 y 10 años, con un porcentaje aproximado del 82 %. Los sitios de 20 y 40 se unen con el sitio clímax en un porcentaje cercano al 75 % de semejanza. Después se unen con los sitios 7 y 10 en un porcentaje poco mayor al 50 %. La menor semejanza es entre este último grupo y los sitios de 3 y 1 año de recuperación.

En el matorral desértico micrófilo donde predomina el arbusto *Larrea tridentata* se encontró en primer instancia que hay una relación entre esta y otras especies vegetales, entre las que se destacan por su constancia en los distintos sitios *Flourenzia cernua*,

Zaluzania robinsonii, *Zinnia acerosa*, *Parthenium incanum*, *Atriplex canescens*, *Dyssodia setifolia* y *Euphorbia thymifolia*, además de algunas especies del género *Opuntia* y otras cactáceas.

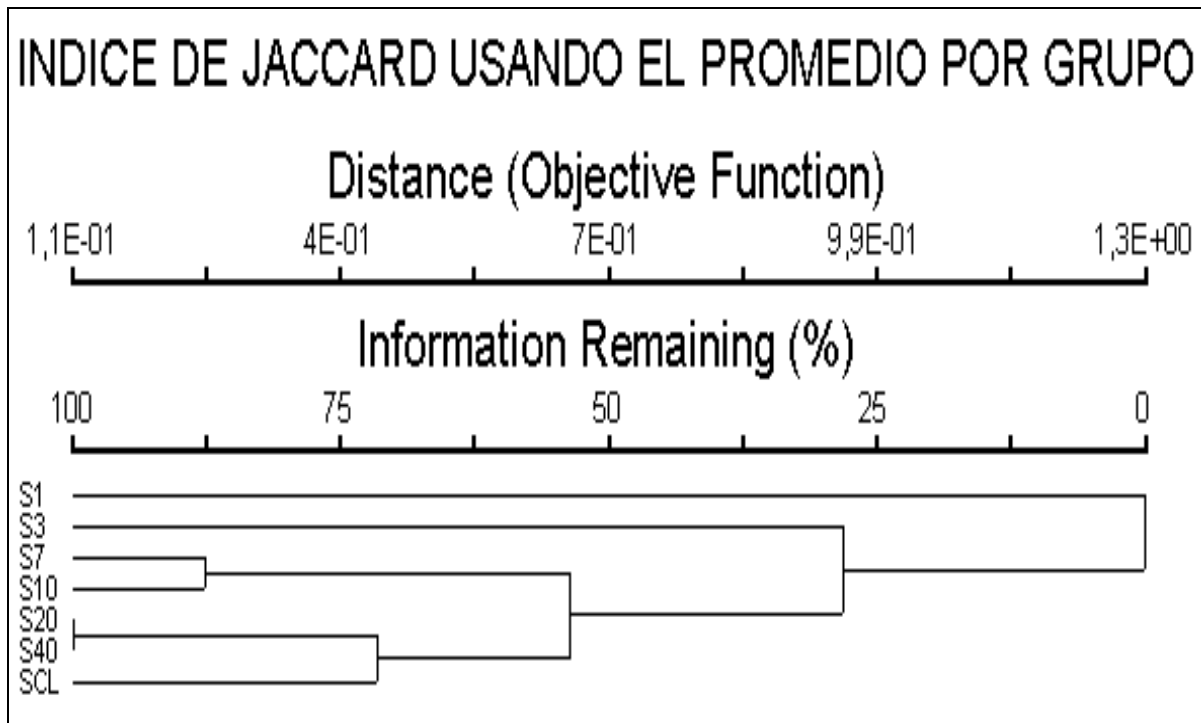


Figura 2. Índice de Jaccard donde se observan los sitios con mayor semejanza, usando los promedios por grupo.

Estos resultados concuerdan con la descripción de Chávez (1981) quien menciona que este tipo de comunidad vegetal forma paisajes donde predomina la gobernadora en asociación con *Flourenca cernua*, además de gramíneas, hierbas anuales que aumentan su aparición en periodos de lluvias, especies arbustivas, especies del género *Opuntia* e incluso con especies de mayor altura como el mezquite (*Prosopis* sp.).

A lo largo de los diferentes sitios de muestreo sólo la Gobernadora (*Larrea tridentata*) se presente en todos. Castellanos (1980) en su estudio de los cambios estacionales en una comunidad de *Larrea-Flourenzia* menciona que esta tiene intervalos de distribución muy amplios comparado con otras especies, esto se debe a efectos de colonización, al disminuir la densidad de la vegetación a causa de factores climáticos, pastoreo y otras actividades humanas.

La gobernadora (*Larrea tridentata*) tiene características, tanto de especie pionera como clímax y es reportada como una de las especies vegetales mejor adaptadas a las zonas desérticas (Hernández, 1979).

La sucesión significa el reemplazo de una asociación de especies por otra, las especies recién llegadas ocupan una posición media entre la vegetación inicial y la final. Mosley (1959) opina que la sucesión es el reemplazo de una comunidad biótica por otra. Pero en zonas áridas se observa que este tipo de sucesión “lineal” no ocurre como tal.

Muller (1940) en su estudio de la sucesión en un matorral de *Larrea-Flourenzia* propone que el término de sucesión no es aplicable a los cambios en la composición de la vegetación en el matorral desértico micrófilo, puesto que el proceso de sucesión difiere del aspecto de un reemplazo en de especies en la comunidad vegetal.

Para entender esto es necesario hacer mención en que consiste la sucesión secundaria: después de un evento de perturbación en un área determinada, ya sea por un fenómeno natural o uno inducido, comienza el proceso de ocupación del espacio por especies que son capaces de repoblar las zonas perturbadas. Estas especies modificaran el medio haciéndolo propicio para la invasión de nuevas especies más especializadas y con mayores requerimientos que reemplazarán a las primeras. Estas nuevas especies a su vez serán eliminadas por las siguientes invasoras a las que les han dejado el terreno preparado para su subsistencia. El proceso continua hasta que se alcanza un equilibrio dinámico en donde las especies al encontrarse en armonía con su medio evitan una ulterior invasión (comunidad clímax).

Los resultados obtenidos muestran que cuatro especies: *Ambrosia camphorata*, *Verbesina enceloides*, *Zinnia juniperifolia* y *Viguiera linearis* se encontraron sólo en los sitios 1, 2, 3 y 5, respectivamente, y que la mayoría de las especies restantes se encontraron constantes a lo largo de los distintos periodos de tiempo. Resaltan especies como *Crypthanta mexicana* y *Dyssodia greggi* que aunque en los muestreos no se encontraron en tiempos intermedios, si se localizaron tanto al primer año de recuperación como en el sitio clímax. Esta información muestra su persistencia a través del tiempo y cambios estacionales. Especies como *Larrea tridentata*, *Flourenzia cernua*, *Zaluzania robinsonii*, *Zinnia acerosa*, *Parthenium incanum*, *Atriplex canescens* y *Dyssodia setifolia* se localizaron por lo menos en 5 de los distintos sitios de muestreo.

En el matorral desértico micrófilo presente en la Sierra de Catorce la sucesión no implica un reemplazo de especies vegetales a lo largo del tiempo. Podemos encontrar las mismas especies tanto en los primeros 10 años de recuperación como en áreas clímax o sin perturbación alguna. En cuanto es posible la regeneración de una zona esta es colonizada por especies que pertenecen al mismo tipo de vegetación original.

Estos resultados son compatibles con los de Muller (1940), quien encontró en las áreas perturbadas y sin perturbar del matorral desértico de *Larrea-Flourenxia* a las mismas especies, desde el momento en que el suelo es capaz de soportar una cubierta vegetal, el citado autor concluyó que en un sentido estricto no hay sucesión en estos matorrales.

Puede ser un tanto erróneo llamar “clímax” a una comunidad vegetal que muestra características en las que no se observa reemplazo de comunidades bióticas, esto ha llevado a varios autores entre ellos Grime (1979) a proponer términos como pro-clímax o súper-clímax, para describir estos tipos de comunidades vegetales.

Cowles (1909) mencionaba que era muy probable que la sucesión vegetal no ocurriera donde no hubiera cambios esenciales en las condiciones externas, aunque reconocía que esta es una condición muy rara que sólo se da en una comunidad donde se ha alcanzado un completo desarrollo o donde las formaciones próximas o últimas son las mismas. Lo cual concuerda con los resultados observados en los matorrales de la Sierra de Catorce.

Si se consideran como pioneras a las especies que aparecen en un periodo de 1 a 3 años de recuperación, hay 12 especies que cumplen con esta característica, de las cuales 8 se presentan también en la comunidad clímax, y siete de estas presentan además continuidad en otros tiempos de regeneración. Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con estudios previos, en especial con el de Shreve (1929), realizado en zonas desérticas de Arizona en donde observa que no hay cambios en el reemplazo de unas especies por otras, las especies pioneras permanecen como los componentes finales.

En este estudio, realizado a lo largo de 30 años, también se describe un aumento de las poblaciones vegetales, con variaciones poco significativas, con disminuciones de hasta 2 especies o aumentos de hasta 5 especies. Hanes (1971) menciona que en la sucesión en el chaparral del sur de California no hay reemplazo de poblaciones, los arbustos que componen la comunidad madura están presentes desde el primer año y la invasión de especies nuevas es muy limitada.

Estos resultados son concordantes con los del matorral de *Larrea tridentata*, en donde hay un aumento del número de poblaciones vegetales que va de 7 especies en el primer año, 15 especies a los 40 años y 23 especies en la comunidad clímax. La variación en el número de poblaciones es baja y se observan también fluctuaciones leves en el número de especies a lo largo del tiempo. En el Cuadro 13 se observan los datos de presencia y ausencia de las especies y su permanencia a lo largo del tiempo

Cuadro 13. Presencia de especies a lo largo de los sitios de estudio

Especie	1 AÑO	3 AÑOS	7 AÑOS	10 AÑOS	20 AÑOS	40 AÑOS	CLIMAX
<i>Ambrosia camphorata</i>	3	0	0	0	0	0	0
<i>Agave lechuguilla</i>	0	0	0	0	1	1	0
<i>Agave scabra</i>	0	0	0	20	6	0	16
<i>Atriplex canescens</i>	0	6	6	13	0	0	5
<i>Crypthanta mexicana</i>	6	0	0	0	0	0	14
<i>Dalea bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	3
<i>Dyssodia greggi</i>	6	0	0	0	0	0	0
<i>Dyssodia setifolia</i>	0	13	0	21	0	0	63
<i>Echinocereus conglomeratus</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>Euphorbia thymifolia</i>	0	10	0	0	50	25	50
<i>Ferocactus latispinus (recurvata)</i>	0	0	0	1	0	0	3
<i>Ferocactus pringlei</i>	0	0	0	0	1	1	1
<i>Ferocactus sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0
<i>Flourencia cernua</i>	0	1	8	3	16	10	0
<i>Fouquieria splendens</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Jatropha dioica</i>	0	0	0	0	12	0	16
<i>Larrea tridentata</i>	6	24	9	29	22	42	45
<i>Mammillaria sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Mammillaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	0	0	0	1	3	2	1
<i>Opuntia imbricata</i>	0	0	0	0	0	2	3
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0	0	1	2	1	9	23
<i>Opuntia mycrodasys</i>	0	0	5	1	23	4	25
<i>Opuntia rastrera</i>	0	0	0	0	0	0	14
<i>Opuntia tunicata</i>	0	0	1	1	1	0	0
<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	0	0	0	0	0	1	0
<i>Parthenium incanum</i>	35	0	40	1	33	32	19
<i>Prosopis laevigata</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Verbecina encelioides</i>	0	8	0	0	0	0	0
<i>Viguiera linearis</i>	0	0	0	0	1	0	0
<i>Yucca carnerosana</i>	0	0	0	0	0	0	3
<i>Zaluzania robinsonii</i>	158	375	0	251	0	12	157
<i>Zinnia acerosa</i>	1	0	0	3	8	7	46
<i>Zinnia juniperifolia</i>	0	0	22	0	0	0	0

Para que el proceso de sucesión ocurra es necesario que las especies vegetales modifiquen el ambiente, cuando este proceso no ocurre la sucesión no se lleva a cabo. En las zonas áridas el medio no es modificado por las especies vegetales y no hay cambios en la composición de las comunidades vegetales (Louw y Seely, 1990). Smith (1976) menciona que en los desiertos los ecosistemas están controlados por las condiciones físicas tales como las temperaturas altas y las precipitaciones bajas.

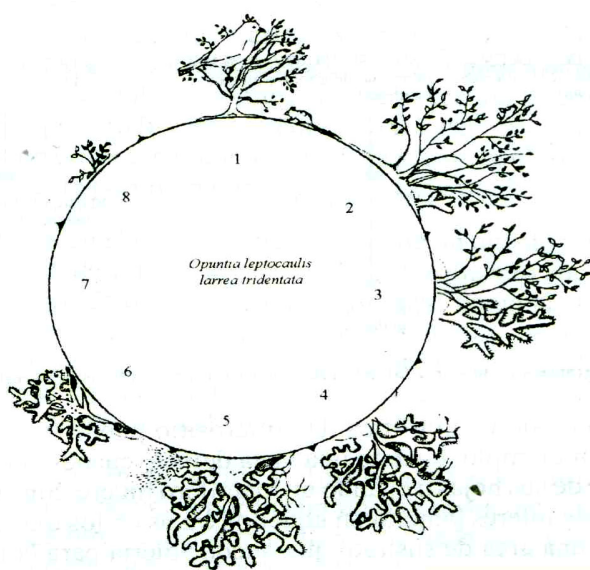


Figura 3. Sucesión cíclica en el desierto chihuahuense (*Opuntia leptocaulis* y *Larrea tridentata*). 1. Aves y roedores depositan semillas de *O. leptocaulis* en *L. tridentata*. 2. *O. leptocaulis* creciendo dentro de *L. tridentata*. 3. *O. leptocaulis* y sus sistemas de raíces superficiales destruyen a *L. tridentata* cuya semilla es esparcida por el viento. 4. *L. tridentata* muere. 5. Raíces expuestas de *O. leptocaulis* por roedores, Viento y agua. 6. *O. leptocaulis* muerta. 7. Espacio abierto para semilla. 8. Colonización de *L. tridentata* (Tomado de Granados y López, 2000).

Aunque no hay una modificación evidente del medio, el surgimiento de especies vegetales si da lugar a la formación de micrositos o microclimas, por lo que en lugar de observar reposiciones o cambios en la vegetación se han podido describir relaciones o “sucesiones cíclicas” entre estas. La relación más conocida es entre *Larrea* y la *Opuntia* (Figura 3), en donde *Larrea* inicia la colonización, después las semillas de *Opuntia* son transportadas por aves y roedores y se desarrollan debajo de *Larrea* hasta que, por su crecimiento, provocan la muerte de *Larrea*. Otros factores

diversos como el viento y los roedores hacen que las raíces de *Opuntia* queden expuestas y muera posteriormente. El espacio así abierto es colonizado de nuevo por *Larrea* y el ciclo persiste a lo largo del tiempo.

Existe un patrón en el que las especies “pioneras” disminuyen a lo largo del tiempo, pero un número suficiente continua como integrante de la comunidad estable, es posible encontrar que aparecen o desaparecen a distintos intervalos de tiempo. Muchas plantas anuales han desarrollado adaptaciones que les permiten mantenerse ocultas durante periodos adversos y aparecen cuando las condiciones ambientales son favorables para su desarrollo.

El índice de Jaccard mostró como la semejanza entre las comunidades estudiadas esta relacionada con el tiempo de recuperación: los sitios con 20 años, 40 años y el de vegetación clímax son semejantes entre sí en cuanto a composición de especies. Después este grupo se relaciona (por su composición de especies) con los sitios de 7 y 10 años de recuperación, mientras que los sitios de 1 y 3 años de recuperación constituyen un grupo con mayores diferencias en cuanto a composición. Aunque el proceso de restauración de un área comienza de manera inmediata, muestra una recuperación real hasta los 7 años, cuando la mayoría de especies presentes persisten hasta la comunidad final. Es a partir de los 20 años cuando la comunidad alcanza estadios de equilibrio.

Aunque la diversidad de especies aumento conforme aumenta el tiempo de recuperación, la variación en el número de estas no es muy elevada.

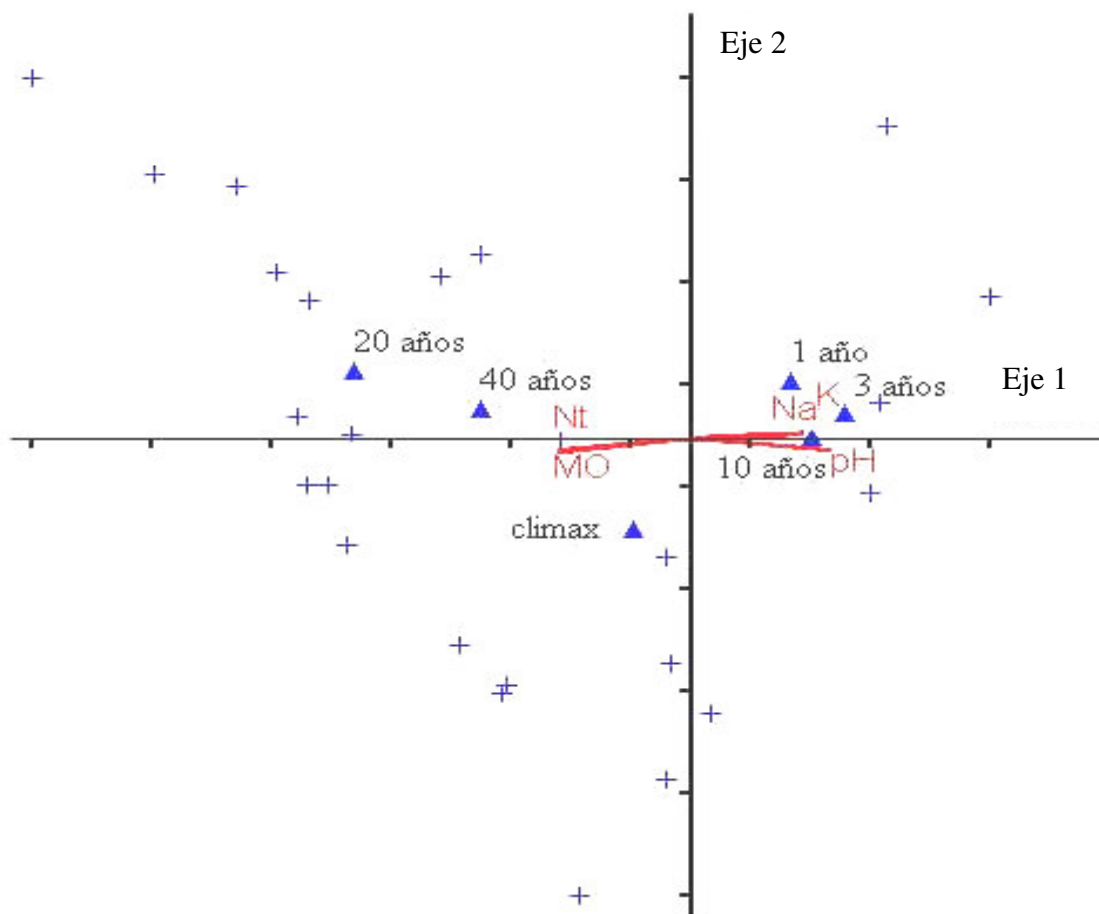


figura 4. Diagrama de ordenación directa donde se observan las variables de ordenación y los seis sitios incluidos en el análisis.

En lo referente a la ordenación se utilizó el Análisis Canónico de Correspondencias (CCA), como ya se menciona esta técnica de ordenación directa, permite detectar los patrones de variación de los sitios de muestreo o especies, que pueden ser explicados de mejor manera tomando como base los descriptores independientes de la segunda matriz, que en este caso son los parámetros ambientales. Las variables ambientales están representadas con flechas que apuntan en la dirección del máximo

cambio y su longitud es proporcional a la tasa de cambio en esa dirección. Así pues, las variables ambientales con flechas mas largas están mas fuertemente correlacionadas con los ejes de ordenación que aquellas que muestran flechas mas cortas y por lo tanto, están mas estrechamente relacionadas con el patrón de variación de las comunidades.

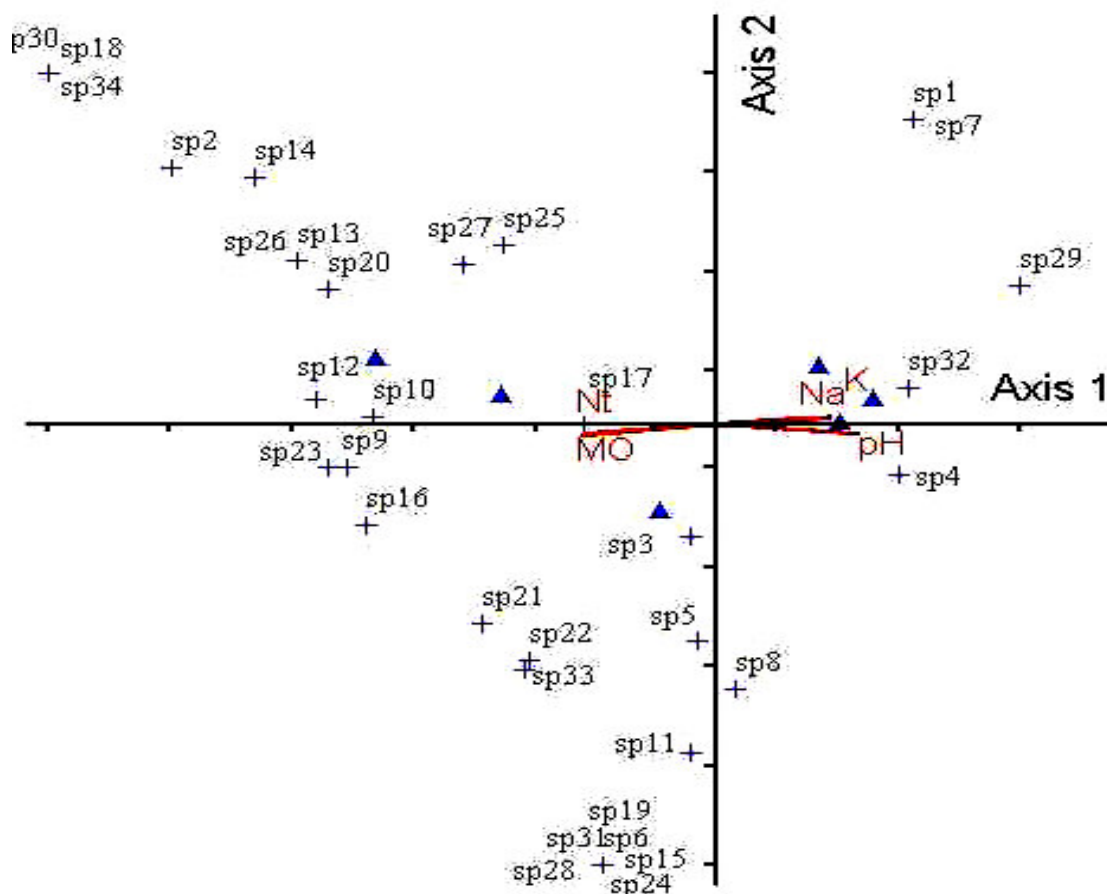


Figura 5. Diagrama de ordenación directa donde se observan las variables de ordenación y las especies encontradas.

Correlación variables-ejes.

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Eigenvalor	0.514	0.195	0.113
% de varianza	55.4	21.0	12.1
% de varianza acumulada	55.4	76.4	88.5

Cuadro 14. correlación variables – ejes.

Variable	Correlations		
	Eje 1	Eje 2	Eje 3
1 pH	0.854	-0.179	-0.132
2 MO	-0.803	-0.214	0.318
3 Nt	-0.800	-0.199	0.299
4 K	0.678	0.142	-0.119
5 Na	0.583	0.093	-0.170

Cuadro 15. Correlación para las 5 variables

En un primer CCA se incluyen 9 factores ambientales cuantitativos: pH, MO, N total, K, Na, Densidad aparente, y porcentajes de arena, limo y arcilla. Después de analizados los datos se efectúa una repetición utilizando los factores que mostraron una alta correlación con los ejes principales siendo estos: pH, MO, N total, K, Na (Cuadros 14 y 15).

La prueba de CCA se realizó con estas cinco variables obteniéndose el diagrama de ordenación (figuras 4 y 5). Como se ha mencionado las flechas apuntan en dirección de la máxima variación y su longitud es proporcional a la tasa de cambio en esa dirección, de modo que las flechas mas largas están mas correlacionadas con los ejes

de ordenación y por lo tanto mas relacionadas a el patrón de variación de la comunidad.

	pH	MO %	Nt %	K mgKg ⁻¹	N amgKg ⁻¹	DapG/cm ³	Arena %	Limo %	Arcilla %
1 año	8.32	2.29	0.11	966	164	1.11	37.08	44	18.92
3 años	8.2	3.9	0.2	982	179	1.09	25.08	52	22.92
10 años	8.24	3.77	0.19	1382	280	1.11	49.08	32	18.92
20 años	7.93	6.72	0.34	716	133	0.97	53.08	32	14.92
40 años	7.84	10.22	0.51	827	154	0.85	23.08	44	32.92
clímax	8.17	6.05	0.3	809	148	1.06	43.8	42	14.20

Cuadro 16. resultados de análisis físico-químicos edáficos.

Los eugenvectores indican que los parámetros más importantes son pH, MO y N total, mientras que K y Na son menos trascendentales. aunque en el diagrama de ordenación se denota que ninguno de estos es factor determinante en el arreglo de la comunidad. Se observa como las flechas no se separan mucho de el eje, así, en base a lo mencionado, vemos como los parámetros edáficos no son factores de variación en la comunidad.

En el cuadro 16 se observan los valores físico-químicos edáficos donde cabe destacar la textura donde los porcentajes arena predominan sobre el limo y arcilla. Esto nos indica una textura gruesa, y esto se traduce en un suelo con poros grandes que permiten una rápida infiltración de agua, por lo cual hablamos de suelos poco fértiles.

También se resalta el incremento que se observa en la MO con el transcurso del tiempo, este parámetro influye directamente en el comportamiento del suelo y el crecimiento de las plantas, además de la formación y estabilización de los agregados, adsorción e intercambio cationico, suministro de energía y nutrimentos, retención de humedad y protección contra la erosión, un suelo rico en materia orgánica generalmente presenta una buena estructura y permite que las raíces penetren mejor (Miranda, 2003). Así tenemos que junto con el incremento de la materia orgánica, también se da la posibilidad de que plantas de mayor tamaño se afiancen y sustenten en un espacio determinado. Otro factor a mencionar es el aumento de N total el cual a parte de dar el color verde a las plantas y alimentar a microorganismos, favorece la descomposición de materia orgánica y el crecimiento rápido de las plantas, con lo cual observamos una relación directa con el parámetro anteriormente mencionado.

En lo que respecta al pH, los valores son concordantes (al igual que la textura) con lo datos presentados por Rzedowski (1981), y los datos obtenidos nos hablan de suelos alcalinos y con altos contenidos de sales. Lo cual nos indica suelos con un porcentaje de sodio intercambiable (ver Pearson, 1960) de 10-20 lo cual se traduce en suelos que impiden el desarrollo a especies sensibles.

Como ya se ha mencionado antes las plantas de zonas áridas han desarrollado mecanismos para su adaptación y supervivencia a las condiciones ambientales a las

que se encuentran, lo cual a asegurado su permanencia en estos sitios difíciles para otras especies.

En base a los datos observados (ver anexo) se puede predecir el proceso de sucesión de la siguiente manera: en los primeros tres años se da la aparición de herbáceas y los primeros arbustos de *Larrea tridentata*, los cuales no exceden de 30-40 cm de tamaño y una cobertura del 20-30 % de la superficie del área. De los 7 a los 10 años, se destaca la aparición de cactáceas y agaves, el tamaño de las gobernadoras llega de los 70 a los 100 cm, y la cobertura vegetal sobre la superficie crece hasta en un 80-85%. A partir de los 20 años la gobernadora llega a dimensiones mayores al metro de altura y diámetros de cobertura desde 2 metros aproximadamente, el número de especies se duplica con respecto a los primeros años, hay un aumento en el número de cactáceas y aparición de otras como la *Jatropha dioica*, que presenta mayor complejidad en relación con otro tipo de herbáceas. La *Euphorbia thymifolia*, tiene una cobertura del 100% en lo que respecta a superficies cubiertas por otras especies mayores y también el tamaño de cactáceas es mayor alcanzando algunas desde un metro de altura y metro y medio de cobertura. A los 40 años de recuperación las características de la comunidad se mantienen en condiciones muy similares, solo mencionando el hecho de que algunas especies muestran aumento en su tamaño, destacando a la *Larrea tridentata*, y que la cobertura sobre la superficie del terreno alcanza el 100%, llegando incluso a dificultar el movimiento a través del espacio.

En la comunidad clímax se observa la aparición de arbóreas en el caso de *Posopsis Laevigata* Y especies como *Yucca carnerosana*, además de que el número total de especies alcanza su mayor número, el triple con respecto a los primeros años y cerca de un 20 a 30 % más con respecto de los 10 a los 40 años. En esta etapa se encuentran la mayoría de las poblaciones aparecidas a lo largo del tiempo.

Y consiguiente a los factores edáficos, estos no muestran ser factores de influencia en el arreglo de sucesión de las comunidades, estamos hablando de la ausencia de cambios notorios en las condiciones externas –hay que tener presente que las zonas áridas son regidas por condiciones ambientales extremas, y que las plantas han desarrollado mecanismos especializados-, lo cual nos confirma (de acuerdo a lo ya también mencionado por Cowles en 1909), que donde la sucesión no ocurre en sentido estricto es en sitios con estas características ambientales.

Con anterioridad se mencionaron los tiempos de establecimiento y permanencia de cada especie, así que únicamente se reafirma el hecho de que se observó que a lo largo del proceso de recuperación, no se da un reemplazo de especies por otras, no hay modificaciones extremas de las condiciones ambientales, las cuales lleven a la desaparición de organismos y posterior ocupación del lugar por especies diferentes, varias de las plantas encontradas en los estadios iniciales mantienen su permanencia a lo largo del tiempo y entre estas se mantienen asociaciones ya identificadas.

Aunque el método de la cronosecuencia muestra el problema de que su limitante es el conocimiento del lugar en base a informes de los habitantes de la localidad, lo

cual nos lleva a considerar márgenes de error en los tiempos, su importancia radica en que elimina el problema que presentaban los estudios de sucesión, en particular en zonas áridas, donde era necesario realizar tomas de datos a lo largo de tiempos demasiado extensos, lo cual dificultaba el seguimiento correcto de el proceso de sucesión en las comunidades vegetales. Ahora en base a los datos observados es posible aproximar el tiempo de una comunidad en base al numero y tipo de especies, y a su tamaño, cantidad y coberturas.

Finalmente podemos decir en base a resultados que aproximadamente se necesitan 20 años para que un sitio perturbado haya alcanzado el equilibrio con su estado original.

temperatura (Allen, 1982). Went (1949) observó que las anuales de la estación húmeda tendieron a germinar y a establecerse durante la precipitación de invierno y las anuales de la estación seca se establecieron durante períodos de precipitación de verano.

Estos los datos registrados nos dan muestra de cómo se da un proceso de “autosucesión”, donde vemos un reemplazamiento de las especies sucesionales tardías por las mismas especies después de la perturbación, han llegado a ser sinónimos con la sucesión en el desierto, resultados concordantes con trabajos previos como los de Wells, 1961 y MacMahon, 1981. A pesar de que esta autosucesión por lo general se ha reportado que solo ocurre en los desiertos más

áridos (Carpenter *et al.*, 1986; MacMahon, *op cit* 1981) y aun ahí, se reconocen ciertas especies “serales tardías” como colonizadoras superiores que se establecen más rápidamente en un sitio perturbado (Prose *et al.*, 1987), notamos que en esta zona semi árida si es aplicable.

En otros estudios se han observado diversas fases definitivas de sucesión en zonas semiáridas. Por ejemplo, en una estepa de *Artemisia*, después del abandono de la agricultura, se presentan algunas fases típicas en las que son pioneras las anuales, las hierbas perennes, los zacates perennes colonizadores, los zacates perennes clímax y los arbustos-zacates (Allen y Knight, 1984; y Allen,1988); en este trabajo se observo un patron similar, donde especies como la *Euphorbia thymifolia*, la cual aparte de anual aumenta su desarrollo en temporadas de lluvia inician el proceso de recuperación vegetal .

CONCLUSIONES.

Es importante reconocer la importancia y necesidad de este tipo de trabajos de investigación, puesto que la mayoría de los estudios de sucesión en México se han realizado en zonas tropicales.

El método de cronosecuencia ha mostrado ser de gran importancia al eliminar el problema del tiempo en los estudios de sucesión vegetal. Con este método se puede hacer un corte en el tiempo en distintos espacios.

Después de 20 años de regeneración una zona podría considerarse recuperada, esta información es muy útil para los programas de manejo de recursos naturales de las zonas áridas.

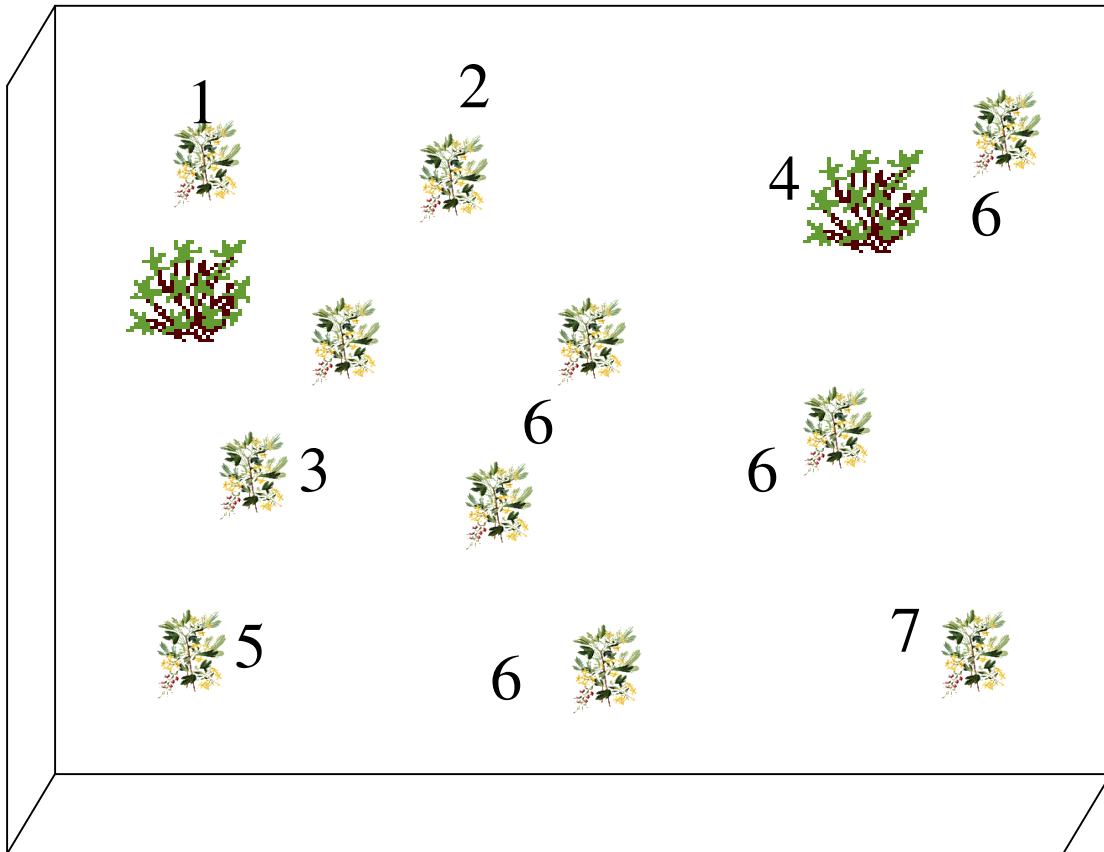
En los matorrales desérticos micrófilos dominados por *Larrea tridentata* la sucesión no ocurre como tal, en el sentido estricto de la definición. Los cambios en la comunidad se explican mejor en el sentido de una reposición de la vegetación original a través de cambios cíclicos a lo largo del tiempo.

Es necesario continuar esta línea de investigación, aplicando el método de cronosecuencias a otros tipos de comunidades vegetales de los ecosistemas áridos y semiáridos.

ANEXO

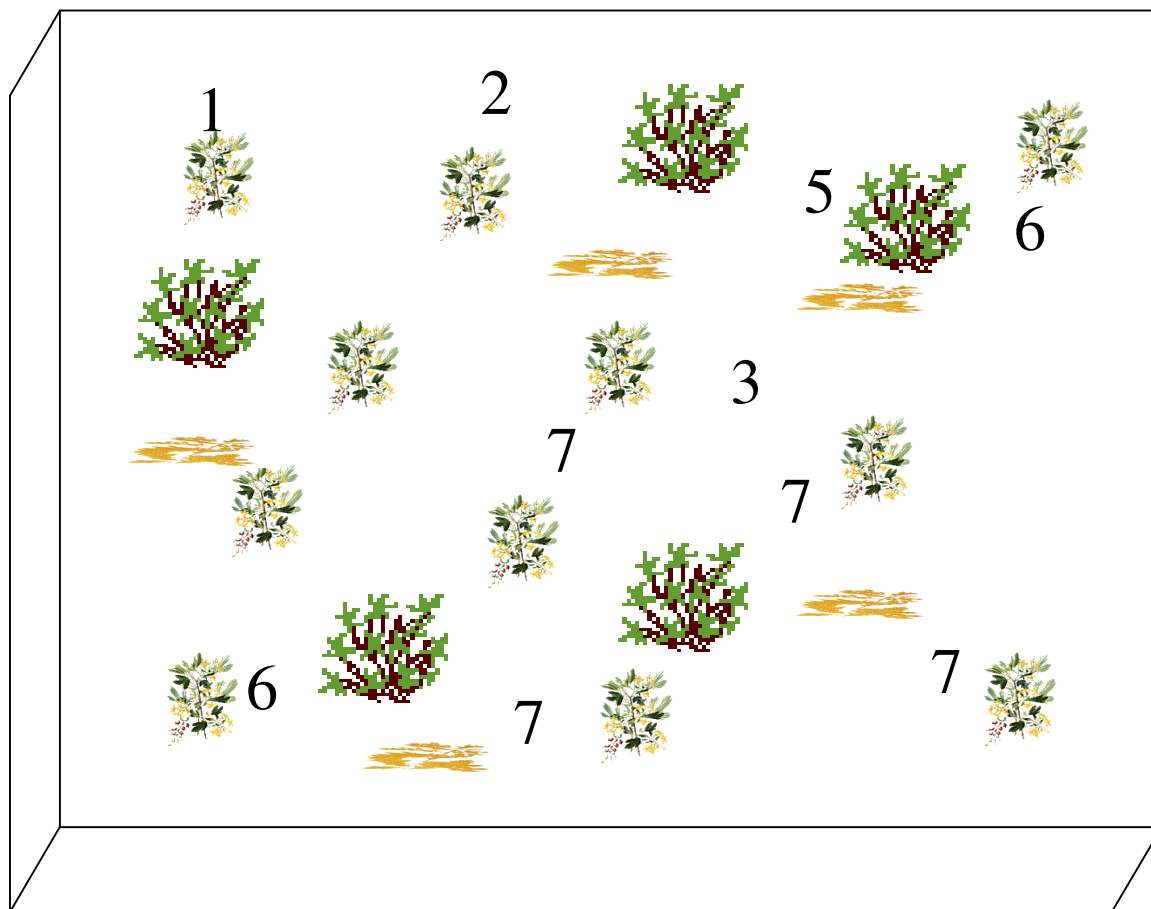
PERFILES POR SITIO.

1 año



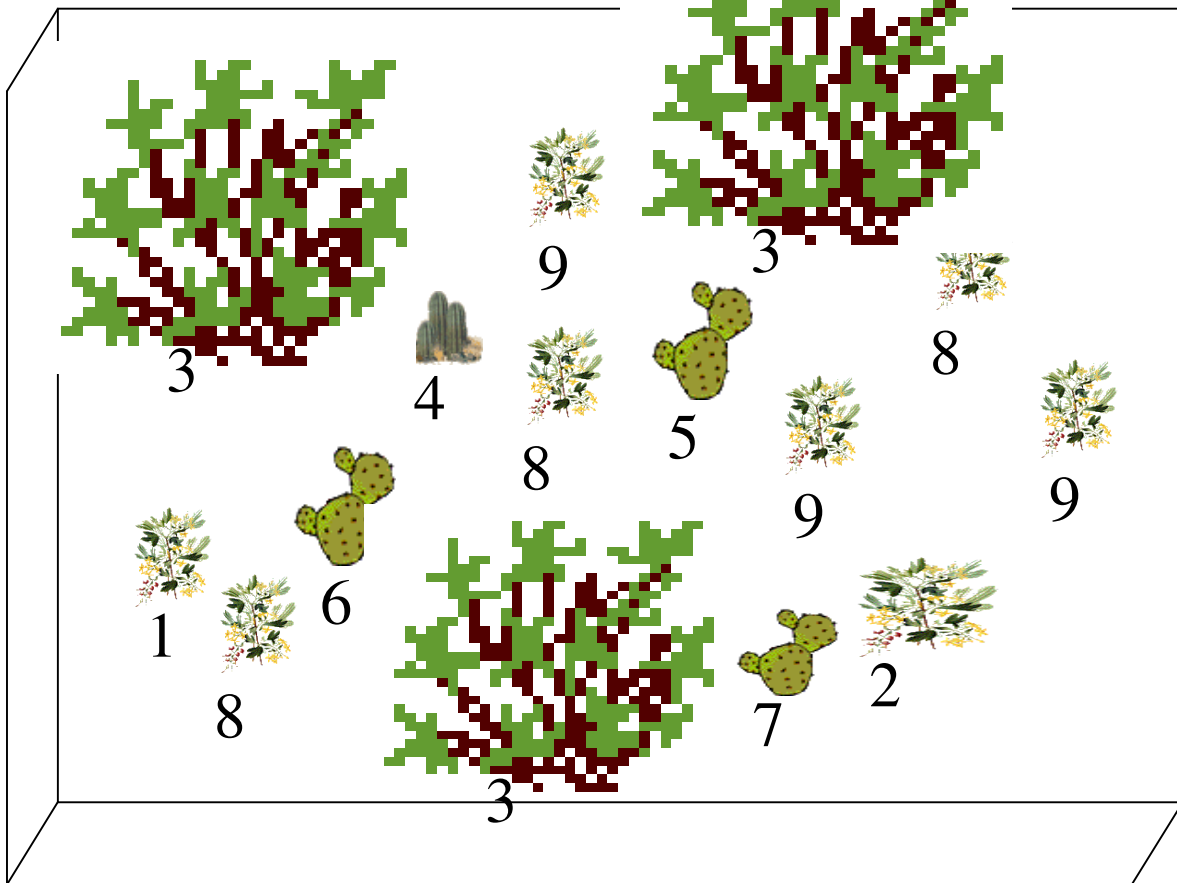
<i>Ambrosia camphorata</i>	1
<i>Cryptantha mexicana</i>	2
<i>Dyssodia greggi</i>	3
<i>Larrea tridentata</i>	4
<i>Parthenium incanum</i>	5
<i>Zaluzania robinsonii</i>	6
<i>Zinnia acerosa</i>	7

3 años

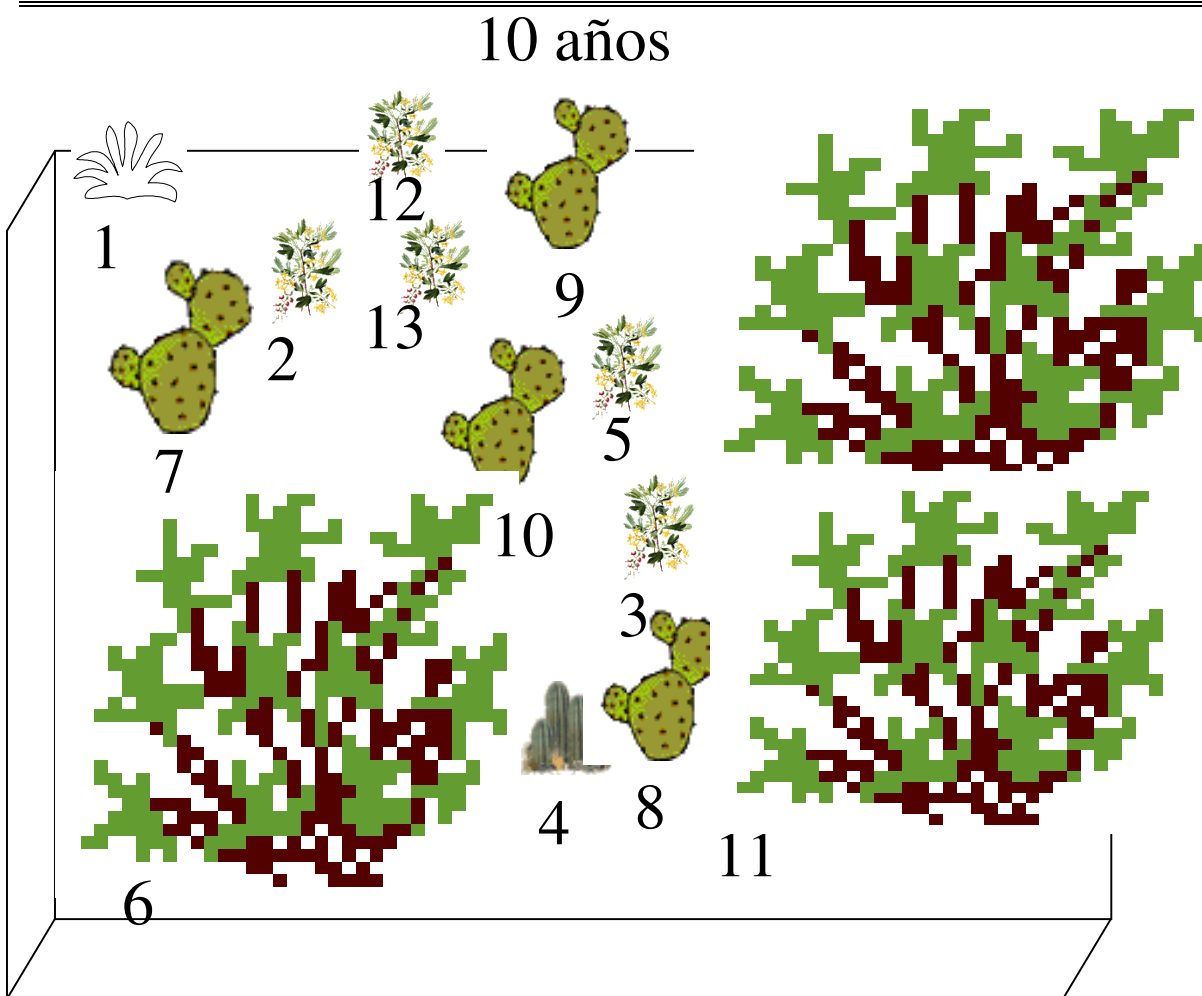


<i>Atriplex canenses</i>	1
<i>Dyssodia setifolia</i>	2
<i>Euphorbia thymifolia</i>	3
<i>Fluorensia cernua</i>	4
<i>Larrea tridentata</i>	5
<i>Verbecina encelioides</i>	6
<i>Zaluzania robinsonii</i>	7

7 años

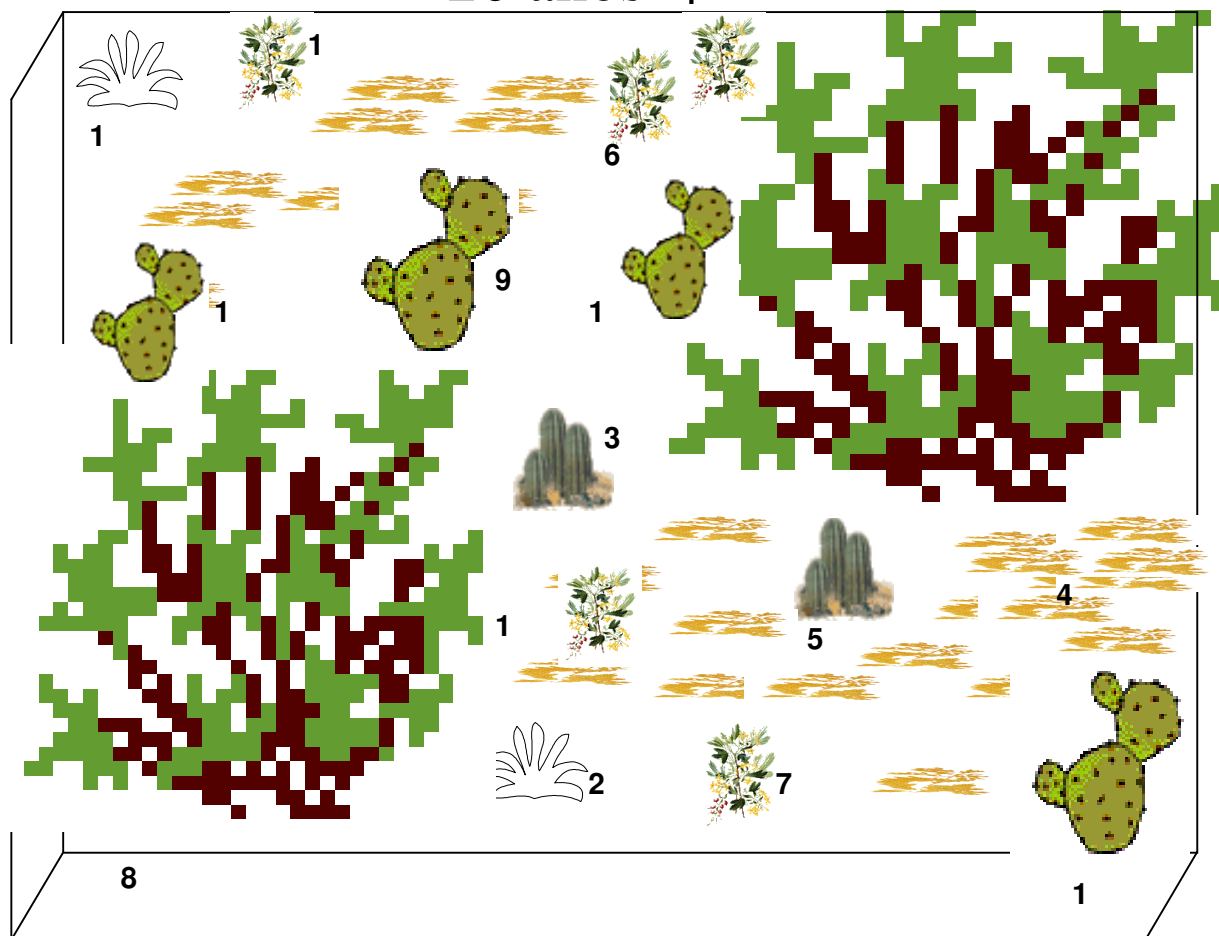


<i>Atriplex canescens</i>	1
<i>Fluorensia cernua</i>	2
<i>Larrea tridentata</i>	3
<i>Mammillaria sp.</i>	4
<i>Opuntia leptocaulis</i>	5
<i>Opuntia mycrodasys</i>	6
<i>Opuntia tunicata</i>	7
<i>Zinnia juniperifolia</i>	8
<i>Parthenium incanum</i>	9

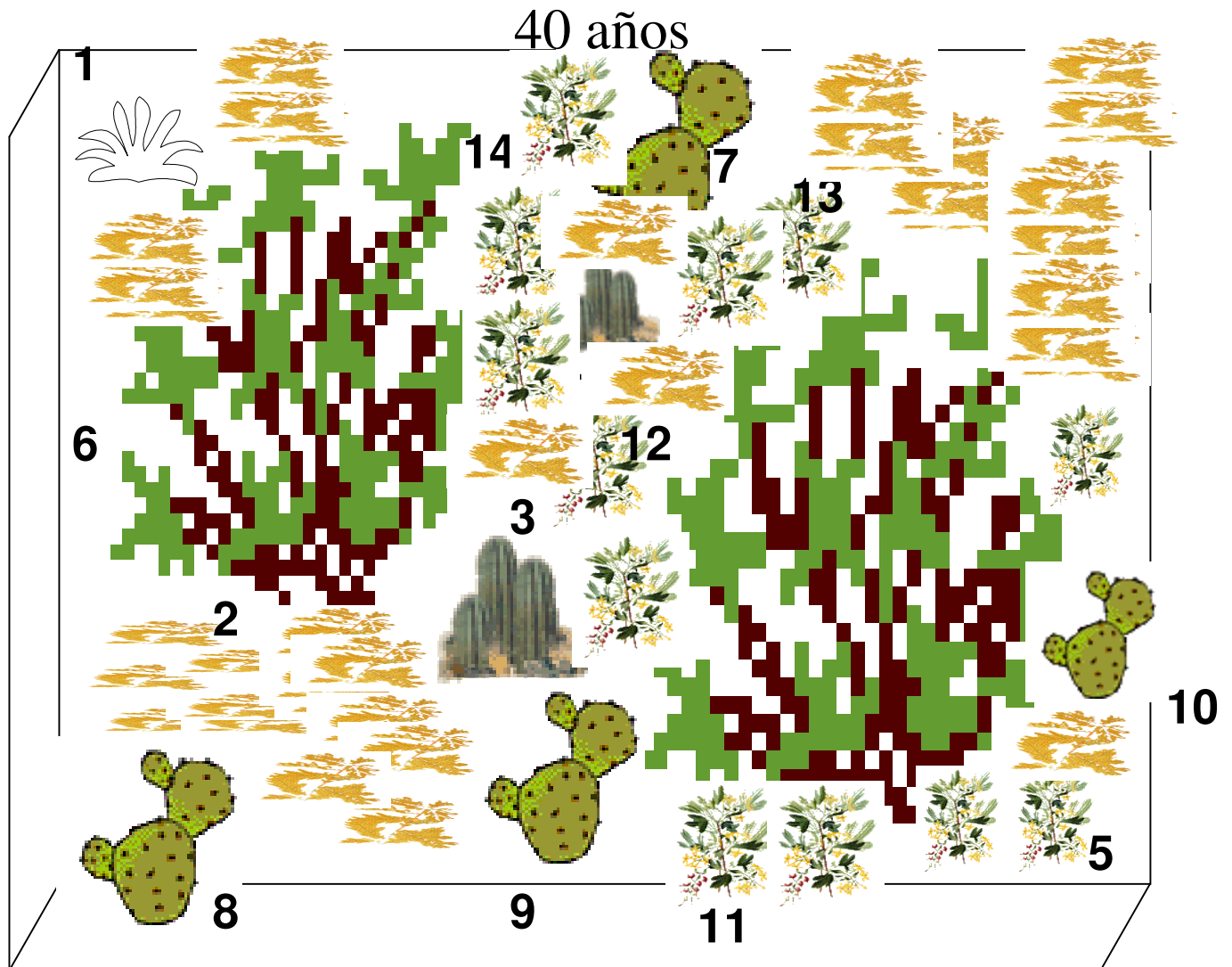


<i>Agave scabra</i>	1
<i>Atriplex canescens</i>	2
<i>Dyssodia setifolia</i>	3
<i>Ferocactus recurvata</i>	4
<i>Flourenacia cernua</i>	5
<i>Larrea tridentata</i>	6
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	7
<i>Opuntia leptocaulis</i>	8
<i>Opuntia mycrodasys</i>	9
<i>Opuntia tunicata</i>	10
<i>Parthenium incanum</i>	11
<i>Zaluzania robinsonii</i>	12
<i>Zinnia acerosa</i>	13

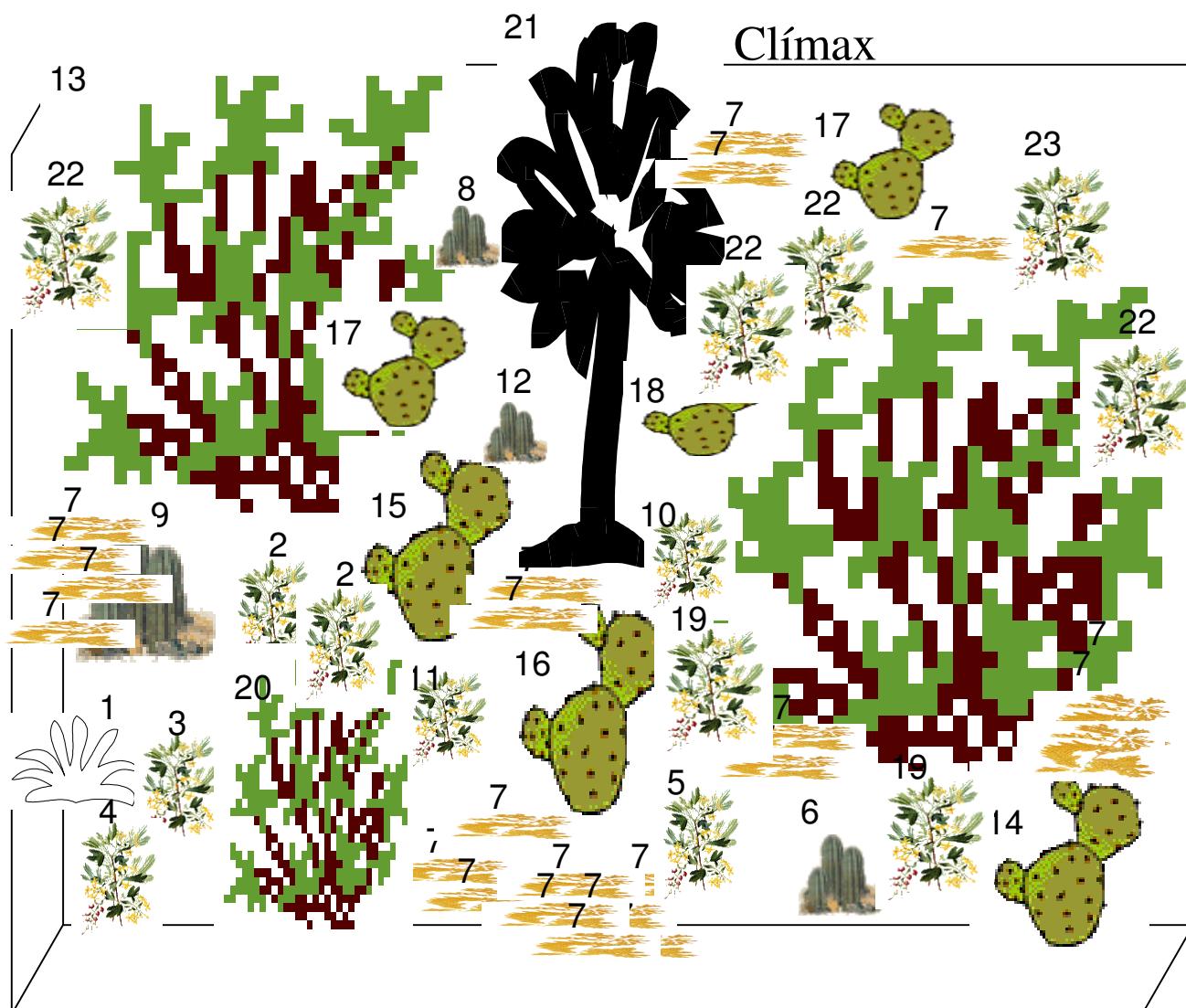
20 años 1



<i>Agave lechuguilla</i>	1
<i>Agave scabra</i>	2
<i>Echinocereus conglomeratus</i>	3
<i>Euphorbia thymifolia</i>	4
<i>Ferocactus pringlei</i>	5
<i>Flourencia cernua</i>	6
<i>Jatropha dioica</i>	7
<i>Larrea tridentata</i>	8
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	9
<i>Opuntia leptocaulis</i>	10
<i>Opuntia mycrodasys</i>	11
<i>Opuntia tunicata</i>	12
<i>Parthenium incanum</i>	13
<i>Viguiera linearis</i>	14
<i>Zinnia acerosa</i>	15



<i>Agave lechuguilla</i>	1
<i>Euphorbia thymifolia</i>	2
<i>Ferocactus pringlei</i>	3
<i>Ferocactus sp.</i>	4
<i>Flourenzia cernua</i>	5
<i>Larrea tridentata</i>	6
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	7
<i>Opuntia imbricata</i>	8
<i>Opuntia leptocaulis</i>	9
<i>Opuntia mycrodasys</i>	10
<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	11
<i>Parthenium incanum</i>	12
<i>Zaluzania robinsonii</i>	13
<i>Zinnia acerosa</i>	14



<i>Agave scabra</i>	1
<i>Atriplex canescens</i>	2
<i>Crypthanta mexicana</i>	3
<i>Dalea bicolor</i>	4
<i>Dyssodia setifolia</i>	5
<i>Echinocereus conglomeratus</i>	6
<i>Euphorbia thymifolia</i>	7
<i>Ferocactus latispinus (recurvata)</i>	8
<i>Ferocactus pringlei</i>	9
<i>Fouquieria splendens</i>	10
<i>Jatropha dioica</i>	11
<i>Mammillaria sp.</i>	12
<i>Larrea tridentata</i>	13
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	14

<i>Opuntia imbricata</i>	15
<i>Opuntia leptocaulis</i>	16
<i>Opuntia mycrodasys</i>	17
<i>Opuntia rastrera</i>	18
<i>Parthenium incanum</i>	19
<i>Prosopis laevigata</i>	20
<i>Yucca carnerosana</i>	21
<i>Zaluzania robinsonii</i>	22
<i>Zinnia acerosa</i>	23

Sitio con 1 año de recuperación.



sitio con 7 años de recuperación.



Sitio con 10 años de recuperación.



sitio con 20 años de recuperación.



sitio con 40 años de recuperación.



Sitio clímax.



LITERATURA CITADA

1. Allen, E. B. 1982. *Germination and competition of Salsola kali with native C3 and C4 species under three temperature regimes*. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 109(1):39-46.
 2. Allen, E. B., y M. F. Allen. 1988. *Facilitation of succession by the nonmycotrophic colonizer Salsola kali (Chenopodiaceae) on a harsh site: effects of mycorrhizal fungi*. American Journal of Botany 75:257-266.
 3. Allen, E. B., y Knight, D. H. 1984. *The effects of introduced annuals on secondary succession in sagebrush-grassland, Wyoming*. The Southwestern Naturalist. 29(4): 407-421.
 4. Aravena, J.C., Martín R. C., Cecilia A. P., Juan J. A. *Changes in tree species richness, stand structure and soil properties in a successional chronosequence in northern Chiloé Island, Chile*. Revista Chilena de Historia Natural 75: 339-360, 2002.
 5. Austin, M. P. 1981. *Permanent quadrats: an interfase for theory and practice*. Vegetatio, 46: 1-10.
 6. Austin, M. P. Y L. Belvin, 1981. *An analysis of succession along an environmental gradient using data from a lawn*. Vegetatio, 46: 19-30.
-
-

-
-
7. Briones, O. 1992. *Competencia en plantas desérticas*. Tesis Doctorado. UNAM, Colegio De Ciencias Y Humanidades, Unidad Académica De Los Ciclos Profesional Y Posgrado.
 8. Bazzaz, F. A., 1979. *The physiological ecology of plant succession*. Ann. Rev. Ecol. System. 10:351-371.
 9. Bormann , F. H. Y G.E. Likens, 1979. *Pattern and process in a forested ecosystem*. Springer-Verlag, New York.
 10. Briones V., O., L. 1992. *Competencia en plantas desérticas: inferencias del patron de distribución y evidencias experimentales de los efectos de la competencia en tres formas de vida del desierto chihuahuense*. Tesis Doctorado. UNAM
 11. Briones, V, O. *Origen De Los Desiertos Mexicanos*. Ciencia 45:263-279. 1994.
 12. Briones V., O., L. 1994. *Origen de los desiertos mexicanos*. Ciencia 45:263-279. 1994.
 13. Carpenter, D.E., M.G. Barbour y C.J. Bahre. 1986. *Old-Field Succession in Mojave Desert Scrub*. Madroño Vol. 33, No.2:111-122. Berkeley: California Botanical Society, Inc.
-
-

-
-
14. Castellanos V., A. E. 1980. *Cambios estacionales de la vegetación en una comunidad de Larrea-Flourensia en el noreste de Zacatecas, México*. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
15. Castillo, R. F., Y Gutiérrez, C. *Patrones de desarrollo del suelo asociados con sucesión secundaria en un área originalmente ocupada por bosque mesófilo de montaña*. Ecosistemas Año 3 No. 3. Septiembre-Diciembre. 2003.
16. Chávez, J. M. 1981. *Estudio sinecológico en la comunidad Ms-No-Ca en Villa de Reyes, S.L.P.* Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de Plantas Útiles del Desierto. Memorias del Instituto Nacional de Investigación Forestal. México.
17. Clements, E, F. 1936. *Nature and structure of the climax*. Ecology 24:252-284.
18. Comisión Nacional del Agua. <http://smn.cna.gob.mx/>
19. Connell, J. H. Y R. O. Slatyer, 1977. *Mecanismos of succession in natural communities and their role in community stability and organization*. American Naturalist 111: 1119-1144.
20. Cowles, H. C. 1909. *The fundamental causes of succession among plant associations*. Rep. Brit. Assoc. 668-670
-
-

-
-
21. Delcourt H. R., P. A. Delcourt Y T. Webb, 1983. *Dynamic plant ecology: the spectrum of vegetational change in space and time*. Quat. Sci. Rev. 153-75.
22. Dick-Peddie, W,A. 1991. *Semiarid Lands And Deserts*. Editado Por J. Skujins. Departamento De Biología, Universidad De Utah. USA.
23. Drury, W., C, T, Nisbet. 1973. *Succession*. The Arnold Arbor J. 54(3):331-368.
24. Forman, R. T. T. Y M. Godron, 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons. New York
25. García, E. 1971. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de geografía, UNAM. México. D.F.
26. Gleason, H. A. 1927. *Further views on the succession concept*. Ecology 8:299-326.
27. Glenn-Lewin, D. C. Y Van Del Maarel, E., 1992. *Patterns and processes of vegetation dynamics*. En : Plant succession theory and prediction. D. C. Glenn-Lewin, R. K., Peet and T. T. Veblen (eds). Chapman & Hall Population and Community Biology Series 11. University Press, Cambridge, 11-44.
28. Grau, H.R., Arturi, M. F., Brown, A. D. Y Acenolaza, P. G. 1997. *Floristic and structural patterns along a chronosecuence of Secondary forest*
-
-

-
-
- succession in Argentinean subtropical montane forests*. Forest Ecology and Management 95:161-171.
29. Grime, J. P., 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley and Sons, Chichester, England, 222 p.
30. Grubb, P. J., 1986. *The ecology of establishment*. En: *Ecology and design in landscape*. A. D. Bradshaw, D. A. Goode and E. H. P. Thorp (eds) Blackwell, Oxford, pp. 83-97.
31. Hanes, T. L. 1971. *Sucesión after fire in the chaparral of southern California*. Ecological Monographs 41:27-49.
32. Heinrich, W. 1977. *Zonas De Vegetación Y Clima*. Omega. Barcelona. 245 Pp.
33. Heinselman, M. L., 1973. *Fire in the virgin forest of the Boundary Waters Canoe Area Minnesota*. Quat. Res. (3): 329-282.
34. Hernández, M, A. 1979. *Monografía de la Gobernadora*. Tesis. Facultad De Química. UNAM.
35. Horn, H. H., 1981. *Succession*. En: *Theoretical ecology: principles and applications*. R. M. May (ed). Blackwell, Oxford. pp. 253-271.
36. Jaeger, E. 1961 . *The North American Deserts*. 2° Edición. Stanford University Press. USA. 308 pp.
-
-

-
-
37. Krebs, C. J. 1963. *Ecology*. Harper And Row Pub. New York.
38. Lizarraga J., N. L. 1977. *Zonas Áridas. Sucesión o reposición de la vegetación*. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
39. Louw O., M, K, Seely. 1990. *Ecology of desert organisms*. Longman Scientific & Technical. New York. 194 pp.
40. Luken O., J. 1990. *Directing ecological succession*. Chapman and Hall. Gran Bretaña. 250 pp.
41. McCune y Mefford, 1999. PC-ORD versión 4.10
42. McMahon, J. A. 1981. *Successional proceses: comparisongs among biomes with especial reference to probable roles of and influences on animals*. En forest succession, D. C. West, H. H. Shugart, y D. B. Botkin. Springer-Verlag, New York.
43. Martinez Romos, M. E. Alvarez-Buylla Y J. Sarukhan, 1989. *Tree demography and gap dynamics in a tropical rain forest*. Ecology, 70: 555-558.
44. Miranda F., H. E. 1964. *Las zonas áridas del centro y noroeste de México y el aprovechamiento de sus recursos*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C. México. pp. 1-23.
-
-

-
-
45. miranda, M. A. 2003. *Influencia De Los Parámetros Edáficos En El Establecimiento Y Distribución De La Vegetación En El Municipio De Santiago Chazumba, Mixteca Alta Oaxaqueña*. Tesis licenciatura. Facultad de estudios superiores iztacala.
46. Montaña A., N. y Monroy, A, A. 2000. *Conservación ecológica de suelos en zonas áridas y semiáridas en México*. Ciencia y Desarrollo 154:26-37.
47. Moreno, R, J. C. 2003. *Análisis citogeográfico de Agave karwinskii Zucc. Y Agave macrocantha Zucc. en las terrazas aluviales del Valle de Zapotitlan, Puebla*. Tesis. Facultad de Estudios Profesionales Iztacala. UNAM. Estado de México.
48. Mozley. A. 1959. *ecological processes*. H.K. lewis & Co. Ltd. London.
49. Muller, C. H. 1940. *Plant succession in the Larrea-Flourencia climax*. Ecology 21: 206-212.
50. Mueller-Dombois, D., H. Ellenberg. 1974 *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons, New York.
51. Niembro, R, A. 1990. *Árboles y arbustos útiles de México*. Editorial Limusa. México. 206 pp.
-
-

-
-
52. Noble, I. R. Y R. O. Slatyer, 1980. *The use of vital attributes to predict successional changes in plant communities subject to recurrent disturbances*. Vegetatio, 43: 5-21.
53. Pearson, G. A. 1960. *Tolerance Of Crops To Exchangeable Sodium*. U.S. Dept. Agric. Inf. Bull. 216. Washington D.C.
54. Pickett S. T. A., 1989. *Space-for-time substitution as an alternative to long term studies*. En: Long term studies in Ecology. G. E. Likens (Ed). Springer-Verlag, New York, pp.110-135.
55. Pickett, S. T. A. Y P. S. White; 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, New York.
56. Pickett, S. T. A., 1976. *Succession: an evolutionary interpretation*. American Naturalist, 110: 107-119.
57. Prose, D. V., S. K. Metzger, y H. G. Wilshire. 1987. *Effects of substrate disturbance on secondary plant succession; Mojave Desert, California*. Journal of Applied Ecology 24:305-313
58. Reynolds, J. 1986. *Adaptative strategies of desert shrubs with special reference to the creosotebush*. En: Pattern and process in desert ecosystems. University of New Mexico Press. 139 pp.
-
-

-
-
59. Rzedowski, J. 1988. *Vegetación de México*. 4a. reimpresión. Editorial Limusa, S.A. México, 432 pp.
60. Rzedowski, J., E, Miguel. 1987. *Atlas Cultural De México*. SEP-INAH-PLANETA. México. 222 pp.
61. Sanchez, G. D., Lopez, R. G. 2000. *Sucesión Ecológica Dinámica Del Sistema*. Universidad Autónoma Chapingo. México.
62. Sánchez G., A. 1998. *Clasificación y ordenación de la vegetación de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí*. Tesis Maestría en Ciencias. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Los Reyes Iztacala, Estado de México. pp.
63. Sánchez-González, A. y D. Granados-Sánchez. 2003. *Ordenación de la vegetación de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, a lo largo de gradientes ambientales*. Terra 21: 311- 319.
64. Shreve, F. 1929. *Changes in desert vegetation*. Ecology 10: 364-373.
65. Shreve, F. 1951. *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*. Vol. I. Vegetation. Carnegie. Inst. Wash. Publ. 591: 1-192.
66. Smith, R. L. 1976. *The ecology of man, an ecosystem approach*. Harper & row. New York.
-
-

-
-
67. Smith, S., R, K, Monson., J, E, Anderson., 1997. *Physiological ecology of North American desert plants*. Springer. New York. 286 pp.
68. Sousa, W. P., 1984. *The role of disturbance in natural communities*. Am. Rev. Ecol. System. 15: 375-391.
69. Tilman, D., 1987. *Secondary succession and the pattern of plant dominance along experimental nitrogen gradients*. Ecological Monograph. 57: 189-214.
70. Valverde, P. 1994. *Relaciones vegetación-medio ambiente y morfología funcional de Larrea tridentata*. Tesis Maestría. UNAM, Facultad de Ciencias.
71. Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM.
72. Velasco, H. 1991. *Las zonas áridas y semiáridas*. Noriega Editores. México. 725 pp.
73. Watt, A. S., 1947. *Pattern and process in the plant community*. J. Ecol., 35: 1-22.
74. Wells, Philip V. 1961. *Succession in desert vegetation on streets of a Nevada ghost town*. Science. 134: 670-671.
75. Went, F. W. 1949. *Ecology of desert plants*. Ecology 30:1-13.
-
-

76. Zonneveld, I. S., 1995. *Land ecology: An introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation*. SPB Academic Publishing. Amsterdam.