



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**DINÁMICA DE LA COLONIZACIÓN DE
HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES (ABRAS) EN EL
SISTEMA CHURINCE DEL VALLE DE
CUATROCIÉNEGAS, COAHUILA.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

MARIA CRISTINA PEREZ Y SOSA



**DIRECTOR DE TESIS:
M. en C. IRENE PISANTY BARUCH**

2009



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.

ÍNDICE

1. Introducción

| | |
|---|---|
| 1.1 Zonas áridas | 1 |
| 1.2 Colonización | 1 |
| 1.3 Sucesión ecológica | 3 |
| 1.4 Sucesión en el desierto..... | 5 |
| 1.5 Hundimientos diferenciales o abras | 7 |
| 1.6 Importancia ecológica del valle de Cuatrociénegas | 8 |
| 1.7 Problemática de la región | 9 |

2. Objetivos..... 13

3. Materiales y Método

| | |
|-------------------------------|----|
| 3.1 Área de estudio | 13 |
| 3.1.1 Hidrología..... | 15 |
| 3.1.2 Geología..... | 16 |
| 3.1.3 Clima | 17 |
| 3.1.4 Flora | 18 |
| 3.2 El Sistema Churince | 20 |

4. Métodos

| | |
|---|----|
| 4.1 Selección del área de estudio..... | 20 |
| 4.2 Dinámica de las abras | 21 |
| 4.3 Modelo matricial..... | 22 |
| 4.4 Cobertura..... | 23 |
| 4.5 Tamaño..... | 24 |
| 4.6 Riqueza..... | 26 |
| 4.7 Frecuencia relativa de especies..... | 26 |
| 4.8 Frecuencia de combinación | 27 |
| 4.9 Secuencia de la colonización..... | 27 |
| 4.10 Análisis de componentes principales..... | 27 |

5. Resultados

| | |
|--|----|
| 5.1 Dinámica de las abras | |
| 5.1.1 Características morfológicas de las abras..... | 29 |
| 5.2 Cobertura | |
| 5.2.1 Categorización por cobertura | 32 |
| 5.2.2 Diagramas de transición de cobertura a lo largo del tiempo | 35 |
| 5.3 Tamaño del abra | |
| 5.3.1 Categorización por tamaño | 39 |
| 5.3.2 Diagramas de transición de tamaño a lo largo del tiempo..... | 40 |
| 5.4 Riqueza | |
| 5.4.1 Composición específica | 42 |
| 5.4.2 Categorización por número de especies | 43 |
| 5.4.3 Dinámica de las abras clasificadas por categoría de riqueza..... | 45 |
| 5.5 Frecuencia relativa de las especies | 48 |

| | |
|---|-----------|
| 5.6 Frecuencia de combinaciones o ensamblajes de especies | 51 |
| 5.7 Secuencia de colonización | 58 |
| 5.8 Análisis de componentes principales | 64 |
| 6. Discusión | 66 |
| 7.- Conclusiones | 71 |
| 8. Literatura citada | 73 |
| Anexo I | |
| Mapa de hundimientos diferenciales..... | 82 |
| Anexo II | |
| Cobertura | |
| Matrices bimestrales | 84 |
| Matrices bimestrales (abras nuevas)..... | 85 |
| Matriz anual..... | 85 |
| Temporada cálida..... | 85 |
| Temporada fría..... | 85 |
| Tamaño | |
| Matrices bimestrales | 86 |
| Matrices bimestrales (abras nuevas)..... | 87 |
| Matriz anual..... | 87 |
| Temporada cálida..... | 87 |
| Temporada fría..... | 87 |
| Riqueza | |
| Matrices bimestrales | 88 |
| Matrices bimestrales (abras nuevas)..... | 89 |
| Matriz anual..... | 89 |
| Temporada cálida..... | 89 |
| Temporada fría..... | 91 |
| Anexo III | |
| Prueba de Tukey para la frecuencia relativa de especies..... | 90 |
| Anexo IV | |
| Análisis de componentes principales | |
| OCTUBRE 2007..... | 91 |
| ENERO 2008 | 92 |
| MARZO 2008 | 93 |
| MAYO 2008..... | 94 |
| JULIO 2008 | 95 |
| SEPTIEMBRE 2008 | 96 |
| NOVIEMBRE 2008..... | 97 |
| ENERO 2009 | 98 |

*A mis abuelos
Ricardo y Everilda
con profundo amor*

Agradecimientos

A mis padres, quiero agradecerles por todos los sacrificios, que ahora se ven recompensados, gracias por su apoyo, comprensión, ya que ustedes formaron a la persona que ahora soy.

A Daniel por ser mi soporte y una parte importante en mi vida, gracias por escucharme, apoyarme, aguantarme y por no dejarme caer en los momentos de mayor debilidad. Gracias por ser mi mejor amigo.

A mis grandes e incondicionales amigos Paco, Cynthi y Pablo, gracias por estar conmigo siempre en los buenos y malos momentos, los quiero mucho.

A la M. en C. Irene Pisanty Baruch, por invitarme a ser parte de este gran proyecto y por compartir no solo sus conocimientos sino también buenos momentos que construyeron una gran amistad.

A Gabriel Gálvez por todo su apoyo y compañerismo, gracias por ser parte de este gran equipo de trabajo. Ale, Jen, Gaby, George del Ajusco, por su amistad y todos los buenos momentos. A todos los compañeros que nos ayudaron de forma desinteresada en el trabajo de campo, muchas gracias, sin ustedes todavía seguiríamos en el Churince.

A todas las personas del laboratorio especializado, en especial al Dr. Jaime Zúñiga, al M. en C. Israel Carrillo, al M. en C. Pedro Mendoza a la Dra. Mariana Hernández por estar siempre para resolver mis dudas.

Al Ejido 6 de Enero (Cuatrociénegas), a la Sra. Alma Zertuche al Dr. Dean Hendrickson, al Centro de Investigación científica de Cuatrociénegas, a CONANP por todas las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto. A la Dra. Patricia Dávila Aranda, al Dr. Villarreal y al Herbario de la Facultad de Ciencias, por su ayuda en la identificación de las especies.

1. Introducción

1.1 Zonas áridas

Los desiertos son los hábitats terrestres que abarcan mayor extensión, pues ocupan una gran superficie del planeta (McGuinies, Goldman, y Paylore, 1968 en Polis, 1991). Para clasificar un desierto se usan diferentes criterios y uno de los más frecuentes es la humedad, ya que estos ambientes se caracterizan por tener una baja precipitación que, además de variar a lo largo del año, es esporádica, impredecible y comúnmente mucho menor que la evaporación (Crawford, 1981; MacMohan, 1981 en Polis, 1991).

La distribución de especies en zonas áridas está regulada por diferentes factores como la disponibilidad de nutrientes y los factores edáficos; pero el factor limitante en este tipo de ambientes es el agua, pues controla los procesos biológicos (Noy-Meir, 1973; Bailey, 1979). Los nutrientes, generalmente se distribuyen en parches a lo largo de las zonas áridas, del mismo modo que el agua disponible para las plantas, lo cual favorece una distribución heterogénea de la vegetación.

En estas zonas la diversidad de especies está relacionada directamente con la humedad, puesto que a menor disponibilidad de agua menor es el número de especies (Noy-Meir, 1985). La riqueza de las zonas áridas depende también de los microambientes que se presenten en cada sitio específico. La heterogeneidad del suelo de algunas zonas áridas, la presencia de elevaciones, rocas, plantas perennes relativamente altas y cuerpos de agua son algunos de los factores que determinan la riqueza, la estructura y la dinámica de la de la vegetación en las zonas áridas. La apertura de microambientes favorables para el establecimiento de individuos de especies diferentes, generalmente es aprovechada rápidamente por aquellos que tienen la capacidad de colonizarlos.

1.2. Colonización

La colonización es la ocupación de hábitats nuevos por especies que tienen estrategias que les permiten establecerse en ellos. Este proceso se inicia frecuentemente con un disturbio que modifica las condiciones de la zona, la cual es colonizada rápidamente por diversas especies (Krebs, 1978). En la sucesión primaria las especies colonizadoras pueden ser aquellas cercanas a la zona o bien llegar de sitios lejanos a la zona perturbada, mientras que en la sucesión secundaria las especies colonizadoras frecuentemente son las mismas que están presentes en la comunidad vegetal sólo que modifican su abundancia y su dominancia. Frecuentemente las especies que participan en un proceso de sucesión secundaria se encuentran presentes en el mismo sitio, en bancos de semillas, de plántulas o de otro tipo de propágulos. Las colonizadoras más exitosas serán aquellas con historias de vida que les permitan aprovechar los nuevos recursos disponibles en la zona perturbada (Wells, 1961; Vasek, 1980.). Las especies colonizadoras modifican los factores ambientales permitiendo el establecimiento de nuevas especies a través de los procesos de facilitación (Connell y Slatyer, 1977).

En las zonas áridas algunas estrategias de las plantas para colonizar nuevos sitios incluyen tasas altas de fecundidad, tasas de germinación elevadas en presencia de agua, y expansión de los sistemas radiculares que ocupan un área mayor que su cobertura (Noy-Meir, 1973; Bailey, 1979). Otras especies se desarrollan en rosetas y disminuyen su tamaño durante el invierno, lo cual a su vez incrementa sus probabilidades de sobrevivencia (Regehr et al., 1979). El crecimiento clonal es también común en especies colonizadoras que son perennes (Mandujano, 2007).

Platt y Connell (2003) reconocen que las especies cuentan con adaptaciones que les permiten responder a los cambios a lo largo de gradientes ambientales espacio-temporales. Entre algunas de estas adaptaciones particulares se encuentran la dispersión rápida y a larga distancia, establecimiento rápido, pronta maduración que no requiere de la acumulación de mucha biomasa,

altas tasas de fecundidad, lapsos de vida cortos y baja tolerancia a la escasez de recursos. Estas características corresponden a las identificadas por McArthur y Wilson (1967) para las especies que se encuentran sujetas a lo que ellos denominaron selección *r*, y a las especies ruderaras (*R*) identificadas por Grime (1977). El éxito de las especies colonizadoras puede depender de otros factores relacionados con la combinación de los patrones de dispersión que determinan la disponibilidad de semillas o de propágulos vegetativos en el hábitat que está siendo colonizado, y de los factores presentes después de la dispersión que son los que determinan el establecimiento (Rand, 2000).

1.3 Sucesión ecológica

La sucesión ecológica es un proceso que implica la sustitución progresiva de un grupo de especies por otro. Desde la génesis del concepto (Clements, 1916, Gleason, 1927, Cowles, 1899 en Begon et al., 2003) existe una gran polémica sobre si la sucesión es o no un proceso direccional (Peet y Christensen, 1980; Pickett et al., 1987; Platt y Connell, 2003), que a su vez forma parte de la discusión sobre lo que hoy se conoce como reglas de ensamblaje de una comunidad (Putman, 1994; Temperton et al., 2004). El estudio de la sucesión se refiere a los patrones de colonización y extinción que siguen las diferentes poblaciones que se van estableciendo en un sitio (Peet y Christensen, 1980; Begon *et al.*, 2003). Estos cambios implican un proceso incesante de acción y reacción que modifican el ambiente y a la comunidad, sufriendo un ajuste recíproco (Margalef, 1979). A diferencia de lo que se pensaba (Clements, 1916, Odum, 1969 en Begon et al., 2003; Margalef, 1979) actualmente se reconoce que la serie de cambios dinámicos en la comunidad no implican que el sistema llegue a un punto estable único o climax, o que los cambios se detengan en un futuro (Drury y Nisbet, 1973), aunque hay límites a la variación que puede presentarse en las diferentes etapas serales que constituyen al proceso sucesional. Temperton et al. (2004) reconocen tres enfoques diferentes sobre los cambios en la comunidad. El primero de ellos es un enfoque determinista, en el que los grandes patrones sucesionales que se observan a gran escala, determinados por las

condiciones macroambientales predominantes (patrones climáticos y tipos de suelo). El segundo enfoque es estocástico y en este se plantea que la colonización de un sitio y el proceso sucesional son dependientes de eventos aleatorios. Finalmente, un tercer enfoque reconoce la existencia de varios estados estables alternativos (EEA), cuya existencia depende de las rutas que pueda seguir la sucesión.

Los disturbios naturales forman parte de los procesos de los ecosistemas y las comunidades; son eventos discretos de diferente magnitud y alcance que alteran la estructura de un ecosistema así como su composición específica, produciendo mosaicos de vegetación con diferente complejidad estructural. Estos eventos son considerados como el factor iniciador de la sucesión (Pickett y White, 1985) y de la regeneración natural, que se presenta cuando el disturbio es muy localizado (por ejemplo, la apertura de claros en un bosque). Además de ser un factor determinante para el inicio de la sucesión los disturbios generan condiciones heterogéneas para la dispersión, germinación y crecimiento de plántulas en las zonas afectadas (Ricklefs, 1987). Los disturbios de gran magnitud con efectos profundamente transformadores no son frecuentes (Platt y Connell, 2003).

La sucesión ecológica se clasifica en primaria y secundaria. La sucesión primaria se caracteriza por el establecimiento de especies en una zona sin suelo formado, mientras que la sucesión secundaria no solo es la ocupación progresiva de un espacio perturbado en el que hay presencia de suelo formado, si no que nuevas comunidades vegetales se establecen en un sitio previamente ocupado por otra comunidad, que fue eliminada por incendios, inundaciones u otras causas naturales, o bien por causas antropogénicas (Ricklefs, 1996).

Las especies que colonizan las áreas recién abiertas, con o sin presencia de suelo (p. ej. las islas volcánicas), se denominan especies pioneras o colonizadoras por ser las primeras en establecerse en áreas nuevas o perturbadas, a partir de semillas o de propágulos vegetativos que se encuentran

ya presentes en el suelo o que son transportadas desde otros sitios (Begon et al., 2003). Las especies de etapas sucesionales tempranas suelen crecer muy rápido, tener ciclos de vida cortos, alcanzar la madurez sexual rápidamente y dejar mucha descendencia; mientras que las especies de etapas sucesionales tardías son de lento crecimiento y tardan más en alcanzar la madurez, produciendo pocos descendientes (Odum, 1969, Margalef, 1979, en Begon et al, 2003). La clasificación rígida de las características de las especies tempranas y tardías fue un rasgo dominante en los estudios sobre la sucesión (Clements, 1916, Odum,1969 en Begon et al., 2003; Pianka,1972; Margalef,1979) y en muchos otros estudios contribuyó a la distorsión del concepto de tipos de selección (MacArthur y Wilson, 1967) que llevó a la clasificación de grandes grupos de especies e incluso grupos taxonómicos superiores como estrategias *r* o estrategias *K*. Pianka (1972), Connell y Slatyer (1977) y Platt y Connell (2003) entre otros, demostraron que esta clasificación determinista no es adecuada y generaron un modelo sucesional en el que una especie puede tener diferentes efectos sobre las otras especies. Estos autores propusieron tres procesos principales para explicar la sucesión: i) la facilitación, ii) la tolerancia y iii) la inhibición (Connell y Slatyer, 1977). La facilitación implica que las especies de un estado seral modifican el micrositio en el que están establecidas, volviéndolo adecuado para el establecimiento de otras especies que pueden terminar por desplazarlas competitivamente. Otra causa por la que las especies pioneras pueden es que las generaciones subsiguientes a las primeras en establecerse no soportan las condiciones iniciales. En el caso de la tolerancia, las especies características de etapas intermedias o tardías se establecen al mismo tiempo que las pioneras, pero su crecimiento es más lento, de modo que la presencia de unas no influye en el desarrollo de las otras. Finalmente, cuando la inhibición es preponderante, las especies pioneras restringen el crecimiento de otras especies más tardías que ya se encuentran presentes, y el recambio de especies se da cuando las especies tardías alcanzan un tamaño que les permite superar las limitaciones de falta de recursos e incluso desplazar a las especies pioneras, o bien cuando las especies pioneras desaparecen por algún disturbio, plaga u otro evento. Posteriormente, la

clasificación de las especies con base en sus estrategias de colonización y permanencia fue reconsiderada en los modelos de estrategias (Grime, 1977) o demográficos y de historia de vida (Silvertown y Lovett-Doust, 1993).

1.4 Sucesión en el desierto

Los procesos sucesionales han sido muy estudiados en zonas tropicales (Uhl et al., 1981) y templadas (Hibbs, 1983; Zhuang et al., 1997), pero poco se sabe de ellos en las zonas áridas. Una de las dificultades que este tipo de ecosistemas plantea es que los procesos son extremadamente lentos en el tiempo, de modo que resultan poco evidentes.

En las zonas áridas, las variaciones estacionales en un año y entre años causan cambios de diferente magnitud en la vegetación que son particularmente drásticos en zonas con gran variación como los desiertos (Noy-Meir, 1973). De acuerdo a estas fluctuaciones climáticas Kassas (1952) postuló la existencia de cambios sucesionales en las zonas áridas. No obstante, existe una gran polémica sobre si realmente es posible hablar de procesos sucesionales en los desiertos o si se trata de eventos de colonización y extinción constantes pero aislados, determinados por la presencia de micrositios favorables que pueden ser efímeros o más permanentes en el tiempo.

Para algunos autores la sucesión virtualmente no existe, se trata de un equilibrio constante en la vegetación por largos periodos de tiempo (Muller, 1940; Shreve, 1942), mientras que otros autores como Grieg-Smith (1979), Montaña et al. (1990), Montaña (1992), Tonway y Ludwig (1990) reconocen que en ciertas circunstancias es posible reconocer la existencia de procesos sucesionales en las zonas áridas. En particular, Montaña (1990), con base en un estudio sobre arcos de vegetación en pendientes del Desierto Chihuahuense, sostiene que es posible observar procesos sucesionales en escalas espaciales reducidas, los cuales están regidos por la acumulación de agua de lluvia en sitios específicos.

Si bien es cierto que en las zonas áridas hay un recambio constante de especies, la forma en que esto ocurre y los intervalos de tiempo en los que sucede difieren de lo descrito para otros ambientes, por lo que para algunos autores no es posible usar la definición estricta de sucesión (Muller, 1940) o bien, consideran ambiguo el término de sucesión para describir los cambios en la vegetación en este tipo de ambientes discontinuos (McAuliffe, 1988). En las zonas áridas la sucesión no se observa a gran escala espacial pero es posible describirla en pequeñas escalas, como lo hace Montaña (1990), en las cuales los cambios puntuales contribuyen a los de mayor escala. En este proceso, los micrositos, que suelen ser discontinuos, juegan un papel muy importante. Ofrecen condiciones diferentes como una disponibilidad mayor de nutrientes, agua e incluso sombra. Condiciones que pueden favorecer al establecimiento de otras especies.

Si bien es cierto que el mecanismo de sucesión en las zonas áridas difiere a otros ambientes, comparten la importancia de procesos como la facilitación y la competencia durante el establecimiento vegetal. McAuliffe (1988) reconoce la facilitación como uno de los procesos más importantes durante la colonización de zonas áridas. Por otro lado, aunque autores como Shreve (1942) y Went (1949), niegan que la competencia exista en ambientes áridos, Fowler (1986) demostró que aunque no es frecuente, este proceso existe y es un factor determinante en la estructura de la vegetación, que puede actuar sobre diferentes especies.

1.5. Hundimientos diferenciales o abras

Los hundimientos diferenciales, coloquialmente conocidos en México como abras o hundidos (Fig.1.1), son estructuras sedimentarias de deformación, originadas por procesos físicos que actúan después del depósito del sedimento. Su formación está asociada a la pérdida de humedad del subsuelo, que origina cavidades en el suelo, y está regida por la gravedad (carga, arrastre, deslizamiento), así como por la licuefacción de los materiales y la pérdida de agua de los sedimentos durante la compactación (Agueda-Villar, 1983). Su formación también está asociada a procesos de subsidencia, pues cuando desciende el nivel

de agua de los acuíferos, los espacios entre sedimentos que antes eran ocupados por agua se compactan al quedar vacíos y provocan un colapso del suelo que se traduce en la formación de estas estructuras. Estos hundimientos, cuyas dimensiones son muy variables, pueden resultar de la formación de cauces alternativos cuando los cauces naturales se ven obstruidos de alguna manera. La formación de estas estructuras puede alterar la estructura de los sistemas hídricos, como sucede en el Sistema Churince y en la zona de los Hundidos del valle de Cuatrociénegas. (CONANP. 1999. Plan de Manejo 2003-2006).



Figura 1.1. Abra en el Sistema Churince, cerca de la Laguna Churince

1.6 Importancia Ecológica del valle de Cuatrociénegas

Las zonas áridas se caracterizan por ser muy secas, tener una escasa precipitación y una baja retención de humedad en el suelo. Sin embargo, en el valle de Cuatrociénegas se mezcla el ambiente árido característico del Desierto Chihuahuense con diversos cuerpos de agua que incluyen lagunas, ríos, pozas, ciénegas y manantiales. En varios de ellos es posible observar estromatolitos compartiendo el hábitat con otros organismos como tortugas, peces y caracoles, varios de los cuales son endémicos (Minckley, 1969; Souza et. al., 2004). En el valle de Cuatrociénegas se encuentra una gran diversidad de ambientes que explican la gran riqueza específica y el alto número de endemismos que caracterizan a la zona, y que contribuyen a darle su gran valor ecológico

(Pinkava, 1984; CONANP, 1999; CONABIO: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_04_8.html; consultada en enero de 2009). Entre los microambientes destacan las dunas de yeso, las laderas de las sierras, las planicies desérticas y los diferentes tipos de cuerpos de agua ya mencionados.

Por su origen y características distintivas, que lo hacen único en el mundo, el valle de Cuatrociénegas alberga un alto número de especies endémicas de flora (23) y fauna (56), tanto terrestres como acuáticas. Es uno de los sitios con el mayor número de plantas endémicas dentro del Desierto Chihuahuense (Villarreal, 2005) y representa el sitio con mayor número de endemismos de América del Norte (<http://www.desertfishes.org/cuatroc/organisms/organisms.php>. consultada en agosto de 2009). También es considerado un sitio Ramsar, es decir, está clasificado de acuerdo a la Convención Ramsar para Aves Migratorias como un sistema de humedales importantes para este grupo de animales, que encuentran ahí un sitio idóneo de descanso a lo largo de las rutas migratorias que atraviesan América del Norte. Por lo tanto se le considera el humedal más importante para las aves dentro del desierto Chihuahuense (INE, 1999).

Dentro del área protegida se encuentra un afloramiento de yeso en forma de dunas de este material, con una pureza aproximada del 95%, en las que se ha establecido una flora gipsófila característica. Estas dunas son consideradas las segundas más importantes en toda América, antecedidas solo por las dunas de yeso ubicadas en White Sands, Nuevo México (EUA). (Langford, 2003; Kocurek, 2007; Szykiewicz et.al., 2009).

1.7 Problemática de la región

El sistema hidrológico del valle de Cuatrociénegas permaneció inalterado hasta fines del siglo XIX, cuando el agua empezó a ser utilizada para la agricultura y en minas cercanas, para lo cual fueron construidos varios canales que comunican el agua del valle con los municipios de Lamadrid y Sacramento,

ubicados al oriente del valle de Cuatrociénegas (INE, 1999) y posteriormente se inició su uso en otras zonas como los valles de Calaveras y de Ocampo.

En el año 2000, en el valle El Hundido, que colinda con el de Cuatrociénegas, se realizó la perforación de varios pozos de 8 y 10 pulgadas de diámetro (cuyo número preciso no se ha hecho público) para la extracción de agua destinada al riego de grandes extensiones de alfalfa pertenecientes a las compañías lecheras LALA y Beta Santa Mónica (La Jornada, 2002). En noviembre de 2002, se inició la siembra de 5 000 ha de alfalfa, para lo cual se perforaron nuevos pozos destinados a la extracción de agua del subsuelo. El cambio de uso de suelo se realizó sin los permisos que marca la ley, que incluyen una evaluación de impacto ambiental y la autorización de cambio de uso de suelo. La denuncia por parte de un grupo de investigadores de la UNAM y del INE permitió la acción de PROFEPA, que finalmente, en noviembre de 2002, clausuró los pozos. Ese mismo mes en medio de una intensa discusión sobre la posibilidad de que los acuíferos de El Hundido y de Cuatrociénegas estuvieran o no comunicados, se establecieron sanciones para los agricultores, que fueron cumplidas diferencial y parcialmente. (La Jornada, 2002). Un estudio realizado por instrucciones del gobierno federal (IMTA, 2005) concluyó que los acuíferos de los dos valles no estaban comunicados, información que fue dada a conocer en el Diario Oficial de la Federación el 3 de noviembre del mismo año (DOF 3 de noviembre de 2003; La Jornada, 2003). A pesar de ello, en dos evaluaciones independientes (Mooser, 2004; Souza et al., 2006) se concluyó que, a diferencia de lo establecido por los otros estudios, no se trata de sinclinales, que impiden la comunicación del agua subterránea entre los valles, si no de cabalgaduras que sí permiten el flujo intermitente de agua en el subsuelo (cartografía del INEGI, INEGI, 1968). En junio de 2004, la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) Y PROFEPA, clausuraron 12 pozos que servirían para el riego de 500 000 ha de alfalfa, que los grupos LALA y Beta Santa Mónica habían habilitado en el valle El Hundido (La Jornada, 2004), pero en agosto de 2006, CONAGUA autorizó la apertura de 50 pozos nuevos en el valle El Hundido para el riego de cultivos de alfalfa propiedad del Grupo LALA, y

posteriormente se dio la autorización para la apertura de 200 pozos más. Esta situación ha llevado rápidamente a la sobreexplotación de los mantos acuíferos de El Hundido, tal como ha venido sucediendo desde hace tiempo en el propio valle de Cuatrociénegas y en otros circunvecinos como los valles de Calaveras y Ocampo, donde también se siembra alfalfa y se utilizan técnicas totalmente inadecuadas de riego. A pesar de diversos acuerdos tomados al respecto, la veda que CONAGUA debió establecer para regular el uso del agua aún está pendiente, lo cual resulta en graves consecuencias para la región

En el verano de 2006 se observó un decremento muy significativo en el volumen de agua de la Laguna Churince. Si bien se trata de un cuerpo intermitente, no existen registros de una reducción tan drástica (Pisanty y Zaragoza, 2006). La desecación fue tal que en la parte más profunda de la laguna se establecieron algunas compuestas y gramíneas (V. Souza y L. Eguairte, com. pers.). El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en el año 2005 aseguró que “si el valle El Hundido fuera explotado 10 veces más de lo que actualmente es explotado, el acuífero de Cuatrociénegas no sería afectado, ni habría cambios significativos hasta dentro de 500 años”¹. A pesar de esta declaración desde julio de 2009 la laguna y la parte final del río que la alimenta se encuentran totalmente secos y sus lechos están cubiertos por grietas de desecación (Fig. 1.2). Cabe la posibilidad de que la apertura de nuevos pozos en el Hundido haya provocado los cambios en el nivel del agua en las pozas del valle de Cuatrociénegas, así como en la Laguna Grande, donde la notable disminución del nivel del agua la ha llevado a su desaparición (Fig.1.2). En todo caso, la apertura de pozos y la desecación parcial del Sistema Churince coinciden de tal forma que eso debería bastar para considerarlo una grave señal de alarma. Desafortunadamente, los registros piezométricos en el ANP se iniciaron hasta

¹ Aldama-Rodríguez, A.A., Aparicio-Mijares F.J., Gutierrez-Ojeda C. Martínez-Morales M., González-Hita L., Herrera-Zamarrón G., Mata-Arellano I., Mejía-González M.A., Ortíz-Flores G., Gallardo Almanza P., Lobato Sánchez R., Pérez-López J.L., Reza Arzate G.2005. *Estudio hidrogeológico de los acuíferos El Hundido y Cuatrociénegas, Coahuila*. Instituto Mexicano de Tecnología del agua (IMTA). pág. 284.

2006 y sólo abarcan una proporción muy reducida de los cuerpos de agua presentes en el valle, por lo que no se tienen suficientes medidas cuantitativas (Espinoza A. com.pers.).

Si bien persisten muchas dudas sobre el sistema de acuíferos de la zona, cabe la posibilidad de que los cambios puedan deberse directamente a lo sucedido en El Hundido o bien a la sinergia entre éstos cambios y la desmedida e ineficiente extracción de agua para riego. En los ejidos del ANP y en otros valles vecinos como los de Calaveras y Ocampo, en los que se riegan grandes extensiones por saturación, una proporción elevada del agua utilizada se pierde por evaporación, debido a que en los ejidos al interior del valle el riego es particularmente ineficiente, y a que los canales artificiales que actualmente se utilizan están descubiertos.

Al iniciarse la desecación acelerada de la Laguna Churince, el flujo de agua que sale y el que llega a la laguna fueron evaluados por el IMTA. La fluxometría indicó que el volumen de agua que salía de la poza era similar al de mediciones previas a la disminución del volumen de agua en la laguna, pero el volumen de agua que desemboca en el río era mucho menor, (F. J. Aparicio, com. pers.), sin que se tuviera una explicación específica para ello. Adicionalmente, los lugareños (A. Espinoza, J.C. Ibarra), los investigadores que trabajan en la zona (V. Souza, L. Eguiarte, G. y S. Contreras) así como el personal de la CONANP, comentaron la apertura de un número que reconocieron como inusitado de abras, justamente en la última parte del río, antes de la desembocadura en la laguna. Si bien la apertura de abras es un fenómeno frecuente en la zona, la impresión de estas personas es que el proceso se había acelerado y que las abras nuevas eran muy abundantes.

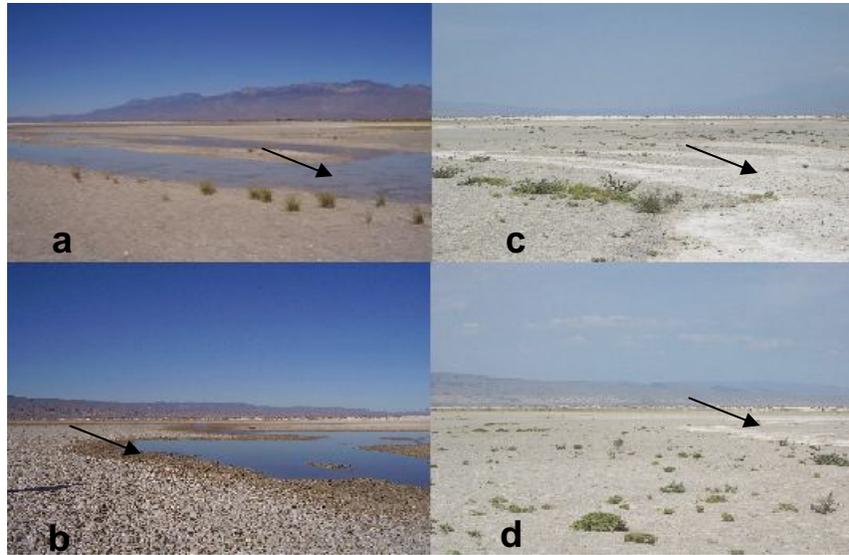


Figura 1.2. Deseccación de la desembocadura del río Churince. Las flechas indican el mismo punto en las diferentes imágenes: **a)** enero 2008, **b)** noviembre 2008, **c)** agosto 2009, **d)** agosto 2009.

Independientemente de las causas finales de la formación acelerada de abras en la parte terminal del Sistema Churince, donde el río desemboca en la Laguna Churince las abras se forman continuamente y son colonizadas paulatinamente por un grupo limitado de especies que toleran grandes concentraciones de sales, lo que les permite aprovechar oportunamente los microhabitats más húmedos y con temperaturas menos elevadas que representan las abras.

2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es determinar la dinámica de la apertura y de la colonización de las abras del Sistema Churince del valle de Cuatrociénegas, Coah.

Los objetivos particulares son:

1. Realizar un inventario de las abras existentes y registrar la formación de abras nuevas en el intervalo de tiempo que abarca este estudio
2. Describir las características físicas de las abras (morfología, tamaño, nivel de agua y profundidad) y dar seguimiento a los cambios morfológicos que presenten a lo largo del tiempo de estudio.
3. Determinar las especies que colonizan las abras e identificar sus principales características ecológicas.
4. Determinar la secuencia de colonización a lo largo del tiempo y la estructura de la comunidad vegetal asociada a cada abra.

3. Materiales y Método

3.1 Área de estudio

El valle de Cuatrociénegas se localiza en la parte central del estado de Coahuila, a 80 km al oeste de la ciudad de Monclova (Fig. 3.1). Pertenece al municipio de Cuatrociénegas de Carranza, que cuenta con una población de 12,154 habitantes (INEGI, 2000). Está limitado al suroeste por la sierra La Fragua, al noroeste por la Sierra de la Madera, al norte y noreste por la sierra de Menchaca, al oriente por las sierras Chiquita y Purísima, y en la parte central y sur por la Sierra de San Marcos (INEGI, 2005).

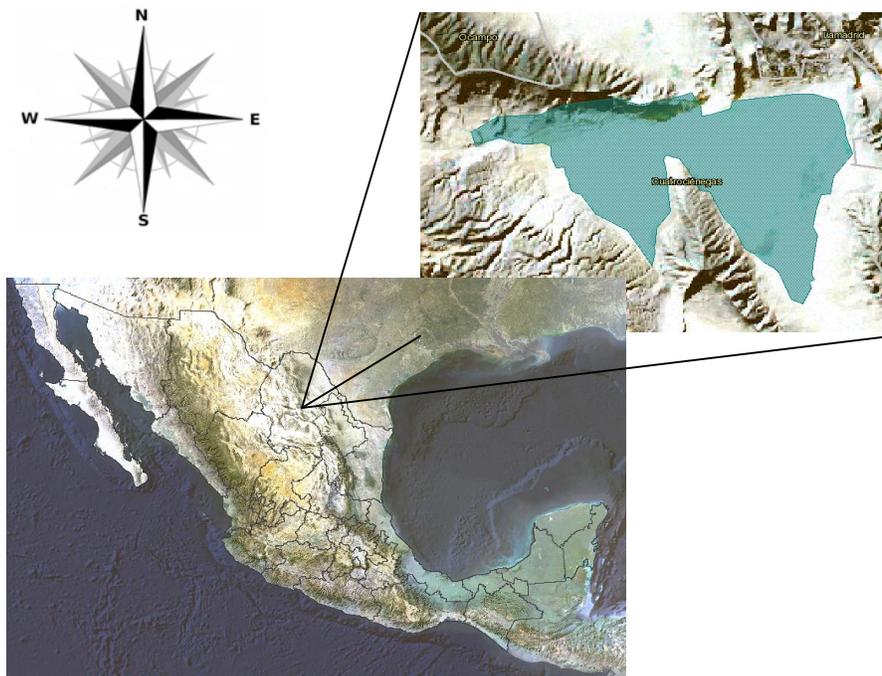


Figura 3.1. Ubicación del Valle de Cuatrociénegas, (área azul en el cuadro proyectado) Coahuila (CONAFOR, 2007).

El valle de Cuatrociénegas se ubica en el límite de dos provincias geológicas, el Golfo de Sabinas y la plataforma de Coahuila (Souza, 2004, en INEGI, 2005).

Este valle fue declarado Área Natural Protegida con carácter de Área de Protección de Flora y Fauna el 7 de noviembre de 1994, con una extensión de de 84, 347 ha, (DOF, 1994; INE, 1999). A principios del año 2007 la extensión del área protegida aumentó a 801,000 ha con la inclusión de las sierras que rodean el valle y fue cambiada a la categoría de Área de Protección de Recursos Naturales (DOF, 23 de abril de 2007). Con esta modificación, la integridad del sistema quedó mejor protegida y representada, cambiando su intervalo altitudinal entre 740 m.s.n.m. en la parte más baja y 3,000 m.s.n.m. en la parte alta de las montañas (Minckley y Cole, 1968).

3.1.1 Hidrología. Los materiales granulares del Cuaternario que cubren la mayor parte del valle forman un acuífero que recibe una recarga de 10 a 15 mm³/año, de los escurrimientos superficiales de las montañas (Sarh ,1980, en INEGI, 2005).

El acuífero de Cuatrociénegas se encuentra en la región hidrológica número 24, Río Bravo-Conchos, pertenece a la cuenca P. Falcón-Río Salado y a la subcuenca Río Salado-Nadadores, en la zona hidrológica Cuatrociénegas-San Miguel (INE, 1999). El valle de Cuatrociénegas es una cuenca endorreica con una superficie de 1426 Km², y por el número de manantiales el valle es considerado como la zona más importante de descarga del acuífero Cupido-Aurora (Minckley, 1969).

La mayoría de las pozas que existen en el valle se ubican en las faldas de la sierra de San Marcos y Los Pinos (Fig. 3.2) (INE, 1999) y aunque se desconoce su número exacto, se calcula que existen alrededor de 500 a 700 pozas. Los diámetros de las pozas varían de 1 m a 1100 m, con profundidades que pueden alcanzar los 18 m, con volúmenes de 1000 m³ de agua (INEGI, 2005).

El acuífero que aflora hasta la superficie del suelo, la presencia de manantiales, el agua de recarga de lluvia y el agua que se pierde directamente del río afectan, en mayor o menor medida, el nivel del agua de las pozas. Las pozas

ubicadas en el extremo oriente del valle son recargadas por la Sierra la Purísima, mientras que las ubicadas alrededor de la Sierra de San Marcos se recargan por la escorrentía de ésta y de la Sierra de La Fragua (INEGI, 2005) y los manantiales mantienen el nivel de varios de los cuerpos de agua. Una proporción considerable de las pozas se encuentra al pie de la Sierra de San Marcos. La CNA (1998) reportó que la extracción anual de agua es de 49 millones de m³, y su recarga de 25 millones de m³, por lo que el acuífero del valle está sobreexplotado.

El agua del acuífero de Cuatrociénegas está clasificada como agua de mediana calidad, con un contenido de sales de 1500 a 2500 mmhos/cm, y con bajo contenido de sodio y fósforo (Lesser, 2001 en INEGI, 2005). El pH en el agua de las pozas varía de 5.6 a 8.3. (INEGI, 2005; INE 1999). La temperatura del agua es de 18 a 35° C, estas características varían dependiendo de la poza y del origen del agua (INE, 1999), aunque también se pueden observar variaciones estacionales.



Figura 3. 2. Laguna Intermedia, también conocida localmente como “Los Güeros”.

3.1.2 Geología. El sustrato del valle es de rocas calizas del Mesozoico, de origen sedimentario marino, con evaporitas yesosas. Pertenece a la provincia de la Sierra Madre Oriental, a la subprovincia de las Sierras y llanuras coahuilenses (INE, 1999).

Por sus características, los suelos del valle se clasifican en tres tipos: salinos, sódicos salinos y sódicos no salinos, los suelos presentan sales disueltas como carbonatos, sulfatos y yesos (Lasso, 1988). El tipo de suelo que predomina en las sierras del valle es el litosol, con profundidades de 5 a 10 cm asociado a rendzina y regosol. Como resultado del acarreo y acumulación de suelos tipo solonchack, xerosol, regosol y yermosol, hacia las partes más bajas el piso del valle tiene un suelo de tipo fluvisol o aluviales (INE, 1999) (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Tipos de suelo en el Valle de Cuatrociénegas.

| Tipo de suelo | Características |
|----------------------|--|
| Xerosol | Suelos semi-desérticos, con un bajo régimen de humedad. Son de color claro, pobres en materia orgánica, pero ricos en arcilla o carbonatos. |
| Regosol | Suelos poco desarrollados, con materiales no consolidados, suelen ser arenas, presenta un horizonte claro. |
| Litosol | Suelos con menos de 10 cm de profundidad. Perfiles con rocas entre 10 y 50 cm en la fase lítica, y muy rocoso en la fase rocosa. |
| Yermosol | Suelos desérticos color claro, pobres en materia orgánica (menos del 1%) y un subsuelo rico en arcilla y carbonatos. |
| Solonchak | Suelos con alto contenido de sales, abundantes en regiones áridas. |
| Rendzina | Suelos delgados asociados a rocas calizas. |
| Fluvisol | Suelos depositados por el agua, desarrollados a partir de sedimentos aluviales recientes. |
| Vertisol | Suelos con alto contenido de arcilla, es duro y arcilloso, desarrolla grandes grietas en periodos de sequía. Puede presentar coloraciones que van de rojo a negro. |

*Fuentes: León, 1991; Honorato 2000.

3.1.3 Clima. El valle de Cuatrociénegas presenta climas de muy secos a semi-cálidos con lluvias en verano que coinciden con las temperaturas más altas y un bajo porcentaje de lluvias en invierno. La temperatura media anual superior es

mayor a los 28°C, mientras que la mínima se ubica por debajo de los 13°C. El periodo más caluroso se registra de mayo a septiembre con temperaturas medias por arriba de 25° C, siendo enero el mes más frío con temperaturas por debajo de 13° C, (INE, 1999; INEGI, 2005) (Fig.3.3).

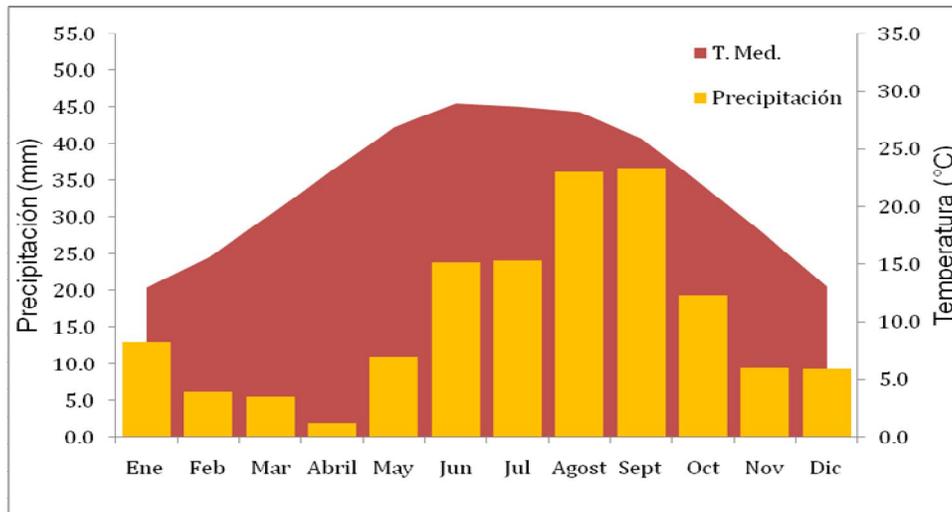


Figura 3.3. Climograma de Cuatrociénegas de Carranza, (1988 - 2008).

En la figura 3.4 se muestra el climograma correspondiente al año de muestreo, en el que la precipitación fue relativamente alta en los meses de mayo y agosto y nula en los meses de enero, febrero, marzo, junio, octubre y noviembre. Las temperaturas medias durante el año de estudio fueron mayores a la temperatura media registrada de 1988 al 2008.

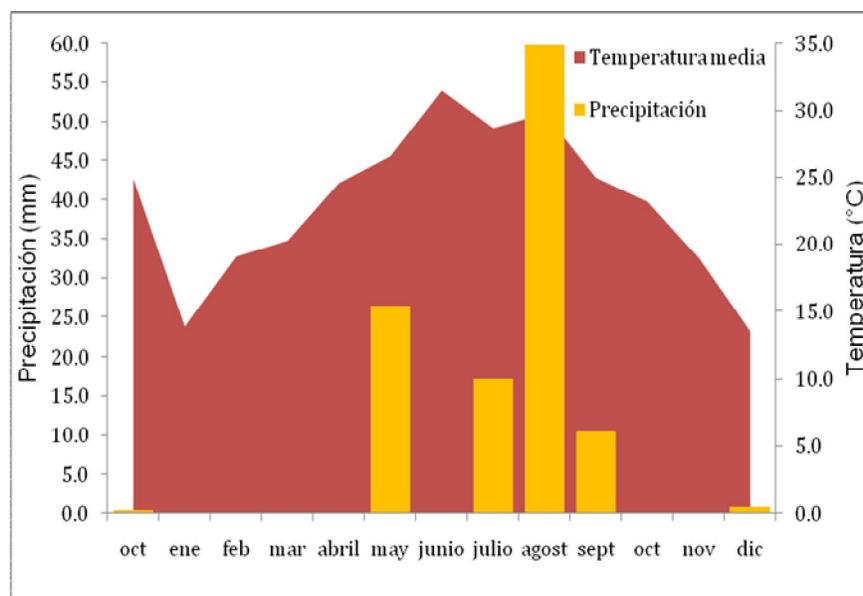


Figura 3.4. Climograma de Cuatrociénegas de Carranza, correspondiente al periodo de estudio (octubre de 2007 a diciembre 2008).

3.1.4 *Flora*. En el valle se encuentran 860 especies, que pertenecen a 458 géneros y 114 familias. Veintitrés especies son endémicas y 30 se encuentran amenazadas (Mandujano y Rosas, 2001). Pinkava (1984) clasificó la vegetación del valle en siete tipos principales: matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo, matorral desértico de transición, vegetación halófila, vegetación gipsófila, vegetación acuática y semi-acuática, y áreas sin aparente vegetación en las que la especie *Jouvea pilosa* es predominante (Tabla 3.4).

Tabla 3.4. Tipos de Vegetación en el Valle de Cuatrociénegas (Pinkava, 1984).

| VEGETACIÓN | UBICACIÓN | ESPECIES CARACTERÍSTICAS |
|-------------------------------|---------------------------|--|
| Matorral desértico rosetófilo | Partes bajas de la Sierra | Lechuguilla (<i>Agave lechuguilla</i>) Yuca (<i>Yucca spp.</i>) Sotoles (<i>Dasyllirion spp.</i>) Ocotillo (<i>Fouqueria splendens</i>) Sangre de drago (<i>Jatropha dioica</i>) |

| | | |
|-------------------------------------|---|--|
| Matorral desértico micrófilo | Bajadas de la Sierra | Candelilla (<i>Euphorbia antisiphilitica</i>) Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>) Sangre de drago (<i>Jatropha dioica</i>) Ocotillo (<i>Fouquieria splendens</i>) Mezquite (<i>Prosopis glandulosa</i>) Huizache (<i>Acacia greggii</i>) |
| Matorral desértico de transición | Entre el matorral desértico y el pastizal halófilo | Rodadora (<i>Salsola iberica</i>) Mezquite (<i>Prosopis glandulosa</i>) Huizache (<i>Acacia greggii</i>) Saladillo (<i>Suaeda mexicana</i>) Zacates (<i>Atriplex canescens</i>) Cactáceas diversas |
| Vegetación halófila | Hierbas de hojas pequeñas, algunas carnosas, menores de 1 metro | Mezquite (<i>Prosopis glandulosa</i>) Gramíneas (<i>Distichlis spicata</i> , <i>Clappia suaedaefolia</i> , <i>Suaeda mexicana</i> , <i>Sporobolus tiroides</i> , <i>Salicornia spp.</i> <i>Atriplex acanthocarpa</i>) |
| Vegetación gipsófila | Sureste del valle, alrededor del sistema Churince | Yuca (<i>Yucca treculeana</i>) Mezquite (<i>Prosopis glandulosa</i>) Sotol (<i>Dasyllirion spp.</i>) Nopal (<i>Opuntia spp.</i>) Ocotillo (<i>Fouquieria splendens</i>) Efedra (<i>Ephedra trifurca</i>) <i>Sedum spp.</i> Algunas compuestas |
| Áreas sin vegetación aparente | Áreas alrededor de la Laguna Churince | Zacate salado (<i>Cynodon dactylon</i>) Algunas compuestas |
| Vegetación acuática y semi-acuática | Asociada a cuerpos de agua ubicados en los alrededores de la Sierra de San Marcos | <i>Nymphaea ampla</i> <i>Typha dominguensis</i> <i>Eleocharis spp.</i> <i>Juncus torreyi</i> |

3.2 El Sistema Churince

El Sistema Churince (Fig.3.5) tiene una extensión de 45 ha, y cuenta con cuatro componentes: Poza Churince, en la que se encuentra el manantial que alimenta al sistema, Poza Bonita, Laguna Intermedia (localmente conocida como Los Güeros) y la Laguna Churince ó Laguna Grande (Evans, 2005). Las dos

lagunas son embalses permanentes de volumen estacional e históricamente cambiante. Un pequeño río, el Churince, conecta a todas las partes del sistema y desemboca en la Laguna Churince. Como se explica más adelante, el caudal del río ha ido disminuyendo en su parte final, con severos efectos sobre el volumen de la laguna Churince.

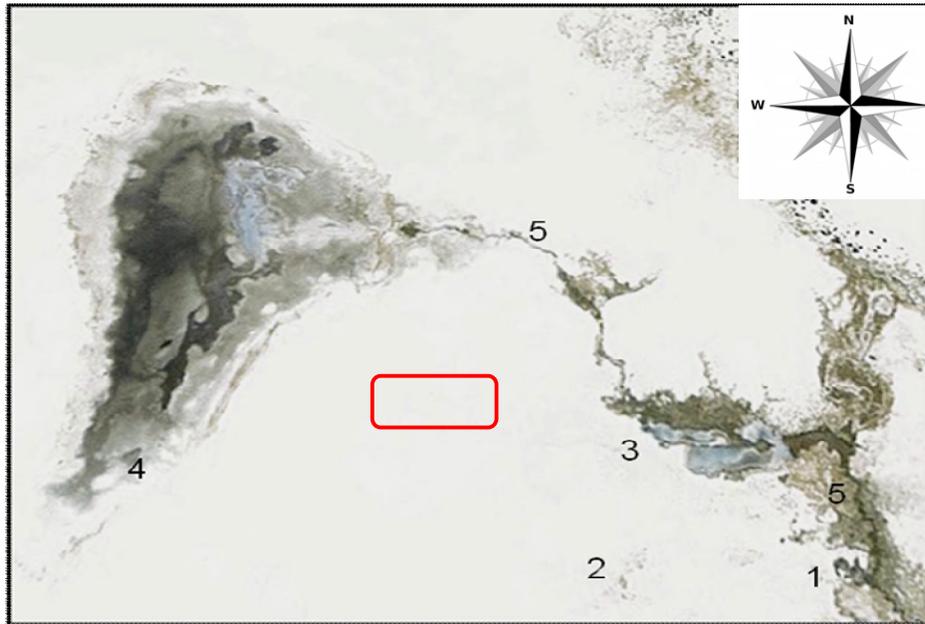


Figura 3.5. Sistema Churince. 1. Poza Churince. 2. Poza Bonita. 3. Laguna Intermedia. 4. Laguna Churince. 5. Río Churince. El recuadro rojo señala la zona de estudio (Google Earth, 2007).

4. Métodos

4.1 Selección del área de estudio

Se realizó un recorrido de reconocimiento por el sistema Churince para identificar la zona de distribución de abras, localizándose principalmente en los alrededores de la Laguna Intermedia y, de forma muy concentrada, en la desembocadura del río Churince. Por ello, se seleccionó esta última área como sitio de estudio (Fig 3.6). Esta zona está ubicada en los $26^{\circ} 51' 8.6''$ N, $102^{\circ} 8' 48.3''$ W, y esta dominada por zacate salado (*Jouvea pilosa*) y por algunas compuestas. Cabe mencionar que actualmente en una parte de esta zona es abundante *Samolus ebracteatus* var. *coahuilensis*, una Primulaceae que no fue

incluida por Pinkava (1969) como característica de esta parte del valle, en una zona relativamente restringida, en las cercanías de los cuerpos de agua.

Una vez identificadas todas las abras presentes en el área de estudio, se elaboró un mapa para ubicarlas correctamente (Anexo I). Se realizó un censo de todas las abras localizadas en un área de 35 x 100 m y se tipificaron físicamente midiendo su distancia al río (con una orientación norte-sur), el largo, el ancho, la profundidad y su nivel de agua (Fig.4.1).

La tipificación biótica de las abras se hizo a partir de la cobertura vegetal total, la riqueza específica y la secuencia de colonización por las diferentes especies de plantas. La metodología para medir y analizar los parámetros físicos y bióticos se detalla a continuación.

4.2 Dinámica de las abras

La dinámica de las abras se refiere a su formación y su eventual desaparición, así como a la presencia o ausencia de agua y a los cambios en su profundidad y en la superficie que ocupan. Las variaciones en el nivel del agua se analizaron comparando la desviación estándar del promedio de este parámetro en cada muestreo.

Para los datos de tamaño, cobertura y riqueza se realizó un modelo markoviano utilizando las categorías correspondientes a cada una de estas características que se detallan más adelante. Para la construcción de este modelo se hicieron tablas de destino (Alvarez-Buylla y Martínez-Ramos, 1992). Estas tablas son un modelo matricial que indica la probabilidad de que se pase de una categoría a otra, o bien de permanecer en la misma a lo largo del tiempo. Las tablas de destino tienen la misma estructura que una matriz de transición poblacional (Caswell, 2001; Silvertown y Lovett-Doust, 1993), pero en ellas no se requiere que los ciclos sean cerrados. Dado que las abras nuevas no derivan de un abra de mayor edad, este supuesto no podría cumplirse, por lo que los ciclos

markovianos no se cierran en este caso. Con los datos de campo, se construyeron una matriz anual (2008-2009) y seis bimestrales (ver anexo II). Las matrices bimestrales correspondientes al periodo frío y las matrices bimestrales correspondientes al periodo caliente del año se promediaron para elaborar las matrices estacionales. Con los datos de las matrices de transición se construyeron los diagramas de flujo que representan el comportamiento de las abras de acuerdo a las categorías elaboradas para cada uno de los parámetros considerados. Estos diagramas de flujo representan gráficamente las probabilidades de transición entre las diferentes categorías de tamaño, cobertura y riqueza.

4.3 Modelo matricial

La dinámica del conjunto de abras se analizó con base en los modelos markovianos de sucesión (Vega et al., 2004; Gotelli, 2008). Con los datos obtenidos en el campo, se determinó la dinámica del conjunto de abras a lo largo del tiempo. Empleando un modelo similar al de las matrices de Lefkovitch utilizadas en estudios de dinámica poblacional (Caswell, 2001), se calculó la probabilidad de transición entre las diferentes categorías de tamaño, cobertura y riqueza. Con base en la diferencia entre el número de abras de cada categoría en un período y en el inmediato anterior en el caso de los análisis bimestrales, se calcularon las probabilidades de que cada abra permanezca en una categoría determinada o transite a otras categorías. Para la elaboración de las matrices anuales sólo se consideraron los datos de enero de 2008 y enero de 2009, por ser la mitad del periodo invernal.

Con las matrices bimestrales y anuales se realizaron iteraciones que permitieron calcular la estructura estable de las categorías y proyectar el comportamiento del conjunto de abras, categoría por categoría. Los valores obtenidos en el proceso de iteración fueron convertidos a porcentajes para ser graficados y representar la proyección de la dinámica de las abras (Hernández-Apolinar et al., 2006). Cabe aclarar que la estructura estable es una característica numérica más que biológica de estos modelos, por lo que no debe suponerse que

necesariamente se va a llegar a ella. No se calculó lo que resultaría un equivalente de la tasa finita de crecimiento, concebida como la tasa de crecimiento del número de abras porque las abras nuevas no provienen de abras más viejas, y su aparición no depende directamente de la presencia de otras abras. Dado que no se consideran ciclos cerrados, estas matrices de transición corresponden a tablas de destino (Álvarez-Buylla, Martínez-Ramos 1992). Es importante mencionar que la proyección de la dinámica de las abras (con este modelos) asume que las condiciones del sitio se mantienen constantes en el tiempo.

Con base en estas matrices de probabilidad, se construyeron un diagrama de flujo anual y dos estacionales. Para la elaboración de estos últimos, se realizaron matrices promedio para los meses más cálidos (mayo-septiembre) y más fríos (octubre-marzo). Para la elaboración de la matriz promedio, se consideraron los valores de cada matriz bimestral y se promediaron las probabilidades representadas en cada celda (Mandujano et al 1998; Valverde y Silvertown, 1997; Caswell, 2001).

4.4 Cobertura

Se obtuvo la cobertura total de cada una de las especies midiendo la cobertura de cada individuo presente en un abra, calculada como un área elíptica se midió el eje mayor (a1) y menor (a2) del área que cubrían.

$$(A = \pi * [(\frac{a1}{2}) * (\frac{a2}{2})])$$

Las coberturas de todas las especies fueron sumadas para obtener el porcentaje del área total del abra que estaba cubierta por la vegetación y las abras fueron categorizadas de acuerdo a este porcentaje en ocho categorías que van desde las abras sin vegetación hasta las abras que estaban totalmente cubiertas por plantas en diferentes estratos verticales, i.e., que tenían 100% o más de cobertura (por mostrar varios estratos). También se incluyó en la categoría ocho a las abras que después de haber sido marcadas se cubrieron de suelo nuevamente

y quedaron cerradas, dado que su formación apenas iniciaba no presentaban vegetación (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Categorías por porcentaje de cobertura

| Categoría | Cobertura (%) |
|------------------|----------------------|
| 1 | Sin vegetación |
| 2 | Estolones-plántulas |
| 3 | menor a 1% |
| 4 | 1-9.99% |
| 5 | 10 - 39.99% |
| 6 | 40 - 69.99 |
| 7 | Mayor al 70% |
| 8 | Cerradas |

4.5 Tamaño

El tamaño de las abras se determinó midiendo su largo y su ancho bimestralmente. Se colocaron clavos guía en cada abra, que se tomaron como referencia para medir siempre en la misma dirección (Figura 4.1). Dado que las abras sufren colapsos y acumulaciones, estos clavos se fijaron a los bordes (con distancias variables dependiendo de las características de cada abra). Para calcular el área de las abras se utilizó la fórmula de una elipse $A = \pi * \left[\left(\frac{a1}{2}\right) * \left(\frac{a2}{2}\right)\right]$. Con las áreas obtenidas se determinaron ocho categorías de tamaño (tabla 4.2).



Figura 4.1 Abra con clavos guía, marcados en amarillo.

Tabla 4.2. Categorías de tamaño

| Categoría | Superficie (m²) |
|------------------|-----------------------------------|
| 1 | 0.003 – 0.05 |
| 2 | 0.051 – 0.1 |
| 3 | 0.11 – 0.2 |
| 4 | 0.21 – 0.4 |
| 5 | 0.41 – 0.6 |
| 6 | 0.61 – 1.6 |
| 7 | Mayor a 1.6 |
| 8 | Cerradas |

También se midieron parámetros la profundidad y el nivel del agua, en los casos en que esta estaba presente. Para medir la profundidad en cada muestro se midió la distancia entre el borde y el fondo de cada una de las abras y el nivel se midió en las abras en las que había agua, se tomó la distancia del fondo a la superficie del agua, como una aproximación a la cantidad de líquido presente en cada muestreo (Figura 4.2).

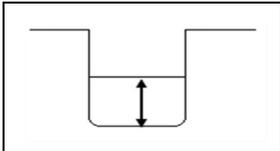
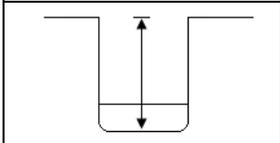
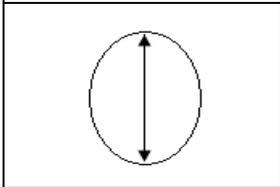
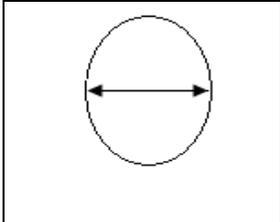
| | |
|---|--|
|  | Nivel: distancia de la superficie del agua, al nivel de suelo. |
|  | Profundidad: distancia del fondo del abra, hasta la superficie |
|  | Largo: distancia de un extremo a otro, se midió de manera perpendicular al transecto lanzado de Norte a Sur. |
|  | Ancho: distancia de un extremo a otro, se midió de manera paralela al transecto lanzado de Norte a Sur. |

Figura 4.2. Diagrama de los parámetros físicos considerados

4.6 Riqueza

La riqueza de especies es el número de especies presentes en un sitio dado, que en nuestro caso corresponde a cada abra. Se identificaron las especies encontradas en la zona, y se depositaron ejemplares en el Herbario Nacional y en el de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Se categorizaron las abras de acuerdo al número de especies presentes (tabla 4.3), y se obtuvo la estructura del conjunto de abras de acuerdo al porcentaje de abras de cada categoría a lo largo del tiempo de estudio. Esta estructura refleja la proporción de abras en cada categoría, pero no las diferentes combinaciones de especies que se pueden presentar en cada una de las categorías ni la proporción en la que se encuentra cada especie y la frecuencia de las combinaciones de especies observadas.

Tabla 4.3. Categorías de riqueza

| Categoría | No. Especies |
|------------------|---------------------|
| 0 | 0 |
| 1 | 1 |
| 2 | 2 |
| 3 | 3 |
| 4 | 4 |
| 5 | 5 |
| 6 | 6 |
| 7 | 7 |
| 8 | Cerradas |

4.7 Frecuencia relativa de especies

La frecuencia relativa de cada especie se calculó como el cociente entre el número de abras en las que aparece una especie entre el número total de abras. Para determinar si unas especies son más frecuentes que otras se realizó un análisis de varianza de una vía, empleando como factor la especie y como variable de respuesta la frecuencia relativa de cada especie evaluada en ocho meses (réplicas) distribuidos entre el periodo de octubre de 2007 a enero de 2009. Para

evaluar las diferencias entre los grupos se empleo la prueba de Tukey. El análisis se hizo con el programa *Statistica versión 8*.

4.8 Frecuencia de combinación

Para detectar las combinaciones más frecuentes en cada una de las categorías de riqueza, su frecuencia y variación espacio-temporal a lo largo del intervalo de estudio, se calculó el porcentaje que cada combinación representa en el total de abras en cada mes. Debido a que la proporción de las diferentes especies varía y que en algunas categorías hay proporciones menores al 1% se decidió ajustar los ejes para una mejor visualización por lo que el eje de las ordenadas es diferentes para cada una de las figuras que se presentan en la sección de los resultados.

4.9 Secuencia de la colonización

Para identificar un patrón de colonización de las diferentes especies, se consideraron solo las abras de reciente formación es decir, aquellas cuya aparición fue registrada en el transcurso de este estudio, agrupándolas de acuerdo a la presencia o ausencia de agua en el interior de abras. Para cada una de estas abras se elaboro un cuadro que muestra en los renglones los acrónimos de las diferentes especies y en las columnas los meses en que se realizaron los muestreos. En las figuras mostradas en los resultados, estos cuadros se presentan agrupados por el mes en que las abras correspondientes se registraron por primera vez y son empleados para mostrar el cambio en la composición de la vegetación de las abras y para identificar las especies que inician la colonización.

4.10 Análisis de componentes principales

Se realizó un análisis de componentes principales para cada muestreo con el programa *S plus*. Esto se hizo a fin de identificar qué variables forman

subconjuntos identificables (Tabachchick y Fidell, 2001). Los parámetros considerados fueron distancia al río, tamaño, nivel del agua y profundidad. Para cada muestreo se utilizaron los dos primeros componentes principales que explicaron la mayor proporción de varianza posible y con ellos se identificaron, en el correspondiente diagrama de dispersión, los diferentes grupos. Una vez hecho esto último, se identificó cuáles eran las abras que conformaban los diferentes grupos y se obtuvieron los valores del análisis correspondiente a cada una. Con los valores de los componentes se realizó un ANOVA de una vía para los componentes uno y dos, a fin de identificar las posibles semejanzas y diferencias entre los grupos. De esta forma se esperaba poder encontrar patrones de correlación

5. Resultados

5.1 Dinámica de las abras

5.1.1 Características morfológicas de las abras

El porcentaje más alto de abras sin agua se presentó en los meses de octubre de 2007 y en mayo, julio y septiembre de 2008 (77.57%, 94.12%, 90.58%, 80.41%, respectivamente), mientras que en enero de 2007 y en enero de 2008 se registraron los porcentajes más altos de abras con agua (50.79% y 44.59%) (Figura 5.1). La presencia de agua responde a las variaciones estacionales, y las abras con y sin agua tienen proporciones prácticamente iguales tanto en enero de 2007 como en enero de 2008, que fueron los meses más fríos de ambos años. El 50.79% corresponde a las abras que tenían agua en enero de 2008, mientras que el 49.21% es de abras que estaban presentes en enero de 2008 pero no tenían agua. El mayor porcentaje de abras sin agua se registró en el mes de octubre de 2007 (77.6%), y en dos meses del periodo más caluroso del año (mayo y julio de 2008, con 94% y 90.6%, respectivamente).

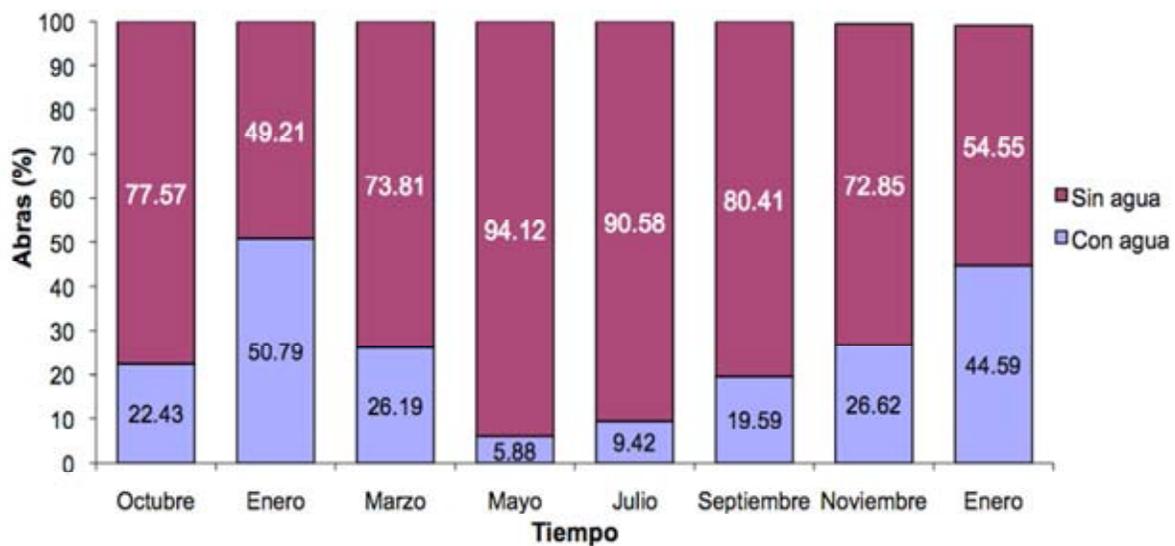


Figura 5.1. Porcentaje de abras con y sin agua

En las abras con agua (Figura 5.2), esta alcanzó un nivel mayor en los meses de enero de 2008 (12.49cm) y mayo de 2008 (11cm). El nivel promedio

más bajo durante el año de estudio correspondió a enero de 2009 (5.53 cm), seguido de julio (8.03 cm) y de octubre de 2007 (9.54 cm). Aunque las diferencias no son significativas.

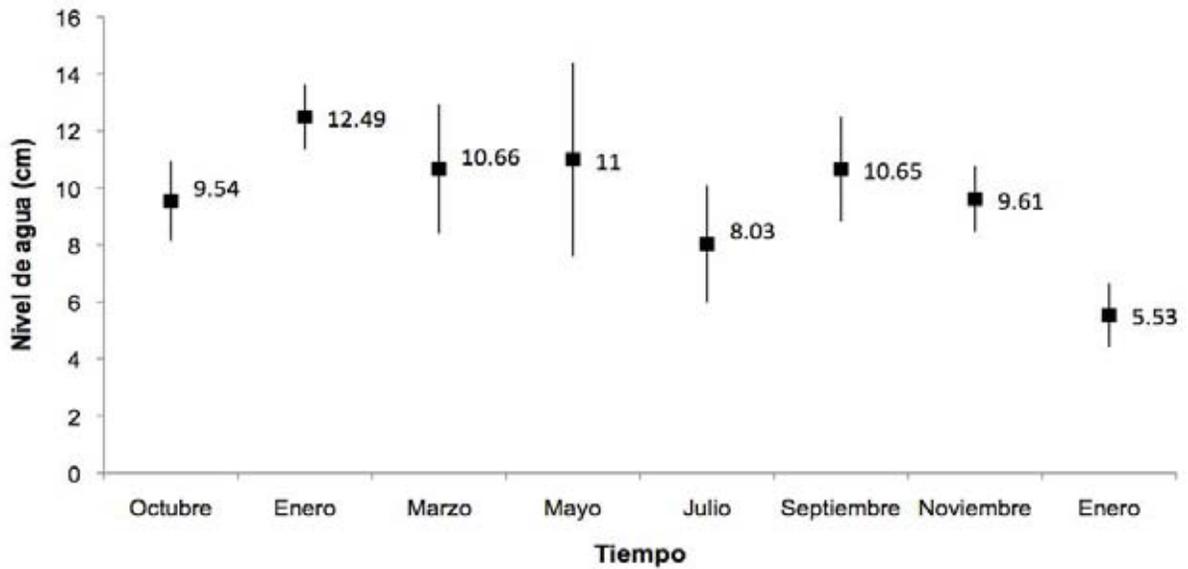


Figura 5.2. Nivel mensual promedio de agua en las abras del Sistema Churince. Se promediaron los datos del nivel de las abras que tenían agua en su interior para cada mes de muestreo y se obtuvieron los intervalos de confianza Definidos por el error estándar.

El establecimiento de las plantas, así como el desarrollo de la cubierta vegetal concomitante, cambia en función de las variaciones estacionales (Figura 5.3). Se observa una tendencia general, aunque poco clara, a que las abras con vegetación sean menos abundantes en la época calurosa. A lo largo del año, las abras con vegetación fueron siempre más abundantes que las que no tenían ninguna planta establecida.

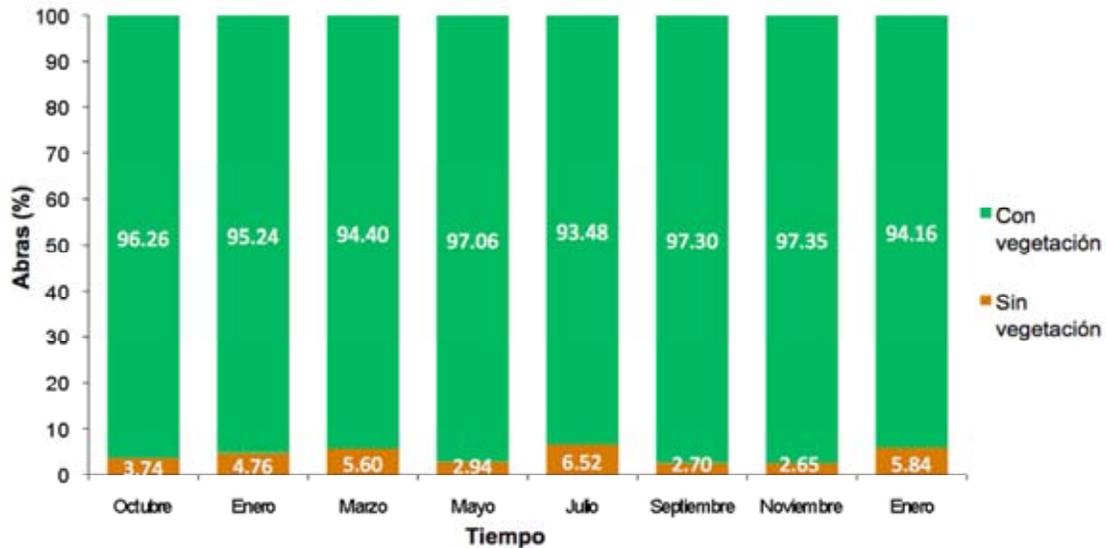


Figura 5.3. Porcentaje de abras con y sin vegetación

En el periodo de estudio se formaron 31 abras nuevas, que fueron registradas en la mayoría de los meses de muestreo, excepto enero y marzo (Fig. 5.4). La apertura de abras parece ser un proceso continuo que no presenta una marcada variación estacional. Sin embargo, el mayor número de abras nuevas se formó en la época de calor. Aunque no se muestran los datos del sistema correspondientes a marzo de 2009, cabe mencionar que en ese mes sí se encontró un abra nueva, que carecía de vegetación y tenía 3 cm. de agua.

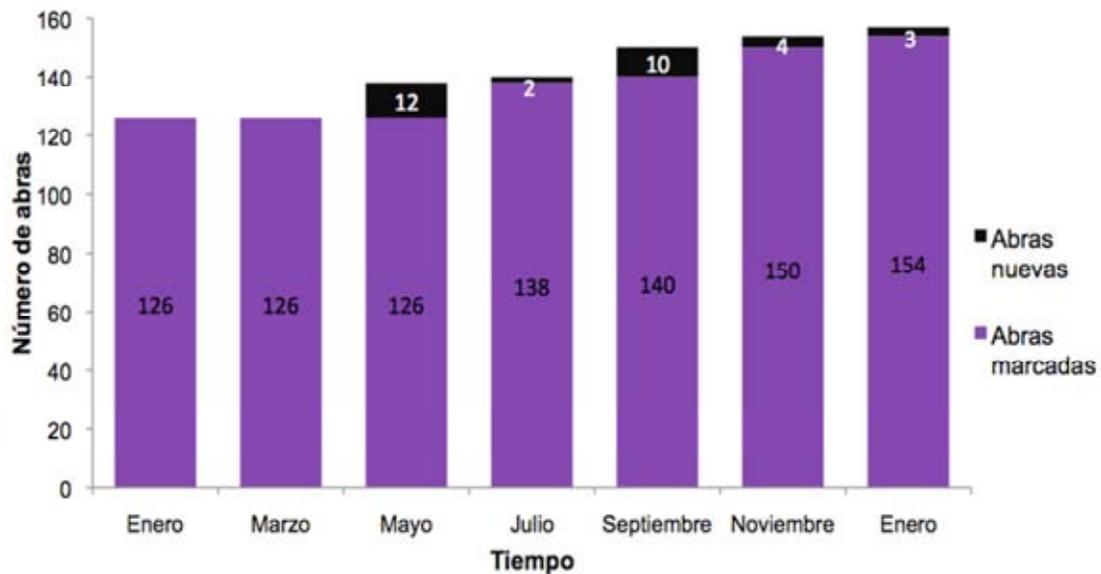


Figura 5.4. Dinámica de abras: número total y formación de abras nuevas

5.2 Cobertura

5.2.1. Categorización por cobertura

La cobertura no fue constante en y entre las abras, y varía estacionalmente. En términos generales el conjunto de las abras conserva la cobertura promedio total a lo largo del año sin variaciones drásticas (Fig. 5.5).

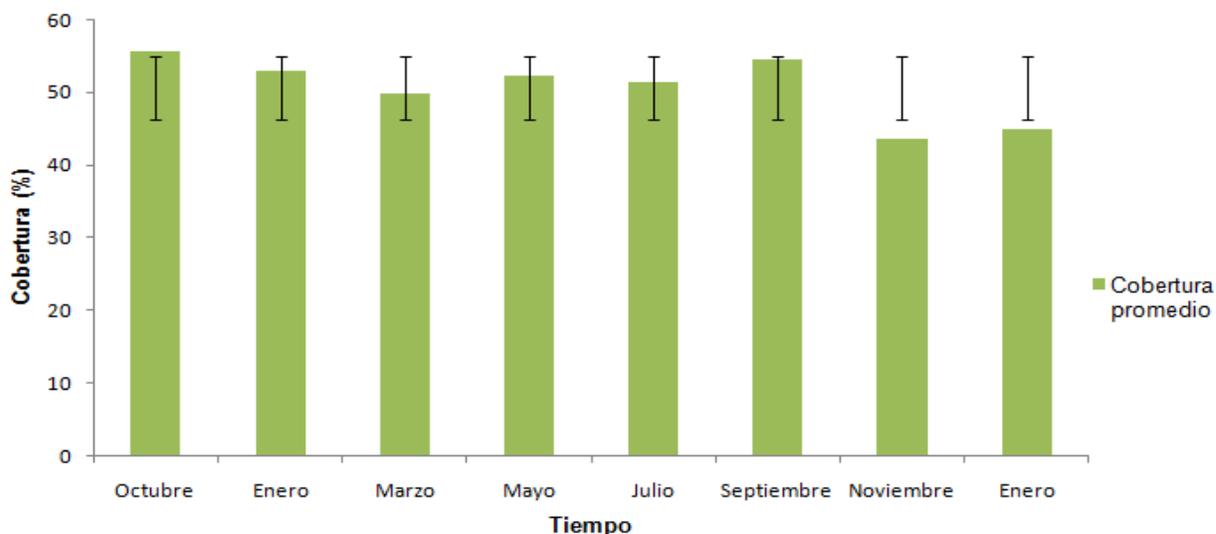


Figura 5.5. Promedio de cobertura total de las abras en el tiempo.

Considerando a las abras en su conjunto, se puede ver que la estructura determinada por su cobertura de acuerdo a las categorías establecidas, no es constante en el tiempo, como se puede ver en la figura 5.6. Las categorías de cobertura más frecuentes a lo largo del año fueron la cuatro, cinco y siete, pero cabe recalcar que en los meses más fríos la categoría predominante fue la 4 (Figura 5.4). La categoría ocho corresponde a abras pequeñas de reciente formación que desaparecieron, es decir, que se rellenaron y se cerraron, sin que hubiera ningún proceso de colonización. Las abras se cierran por el arrastre de partículas por el viento y por el paso del ganado equino por la zona. Las abras en las que se presenta este proceso son pequeñas, no son profundas y generalmente son de formación incipiente.

Las categorías uno, dos y tres muestran un comportamiento estacional, pues tienden a ser menos frecuentes en la mitad caliente del año y a incrementar en la mitad fría. La proporción de las categorías cuatro y cinco oscila en el tiempo, pero al término de este muestreo representa un porcentaje mayor que el inicial (11.66 % y 8.32% de incremento, respectivamente). La proporción de abras con las mayores coberturas (categorías seis y siete) tiende a ser mayor en los meses calientes. La categoría seis es ligeramente mayor en enero de 2008 que en el mismo mes de 2007, mientras que la siete está menos representada al final del periodo de muestreo.

Las especies perennes son las responsables de la cobertura vegetal en las abras. La parte aérea de algunas especies, como *S. ebracteatus*, y *J. pilosa* permanecen con hojas todo el año, aunque su número es variable, mientras que otras, como *B. maritimus* y *F. chlorifolia* alcanzan coberturas importantes pero la parte aérea se seca muy drásticamente al inicio de la época fría. En las abras en las que estas dos últimas especies son abundantes, las variaciones en la cobertura son esperables, y se analizan como se muestra más adelante

Las dos especies anuales registradas (*Sabatia tuberculata* y *Eustoma exaltatum*) contribuyen poco a la cobertura, pues *S. tuberculata* es una especie de tallo delgado y hojas pequeñas, que crece aisladamente y, por su parte *E. exaltatum*, que tiene un follaje más abundante y alcanza mayor cobertura, lo conserva por muy poco tiempo. Después de la floración y la fructificación estas plantas se van secando y sólo quedan sus semillas en el suelo. Generalmente se establecen en las abras de mayor tamaño, que son también las de mayor cobertura.

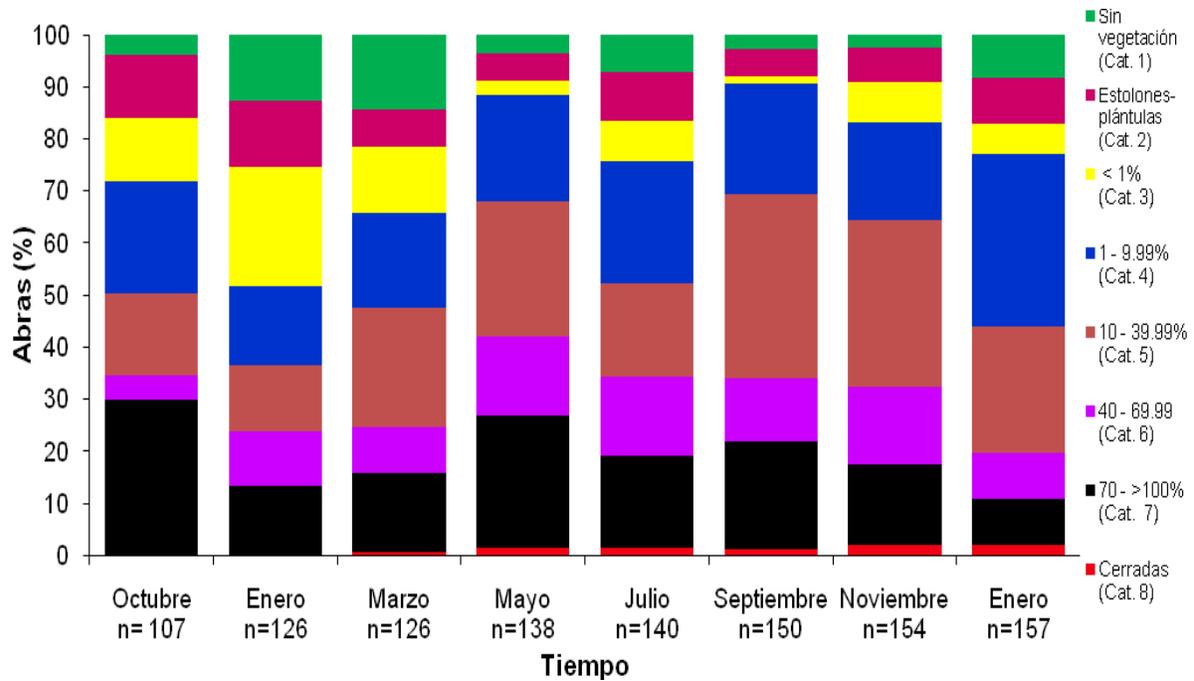


Figura 5.6. Porcentaje de abras por categoría de cobertura

La relación entre la cobertura y el tamaño de las abras a lo largo del tiempo (Fig. 5.7) no permite identificar un claro patrón pues en algunas de las categorías la cobertura aumenta en la época calurosa y en otras disminuye. Resulta claro que los meses fríos se caracterizan por tener la cobertura más baja en todas las categorías. Aunque no hay un patrón claro las abras más grandes tienen coberturas mayores durante la temporada fría. Las categorías de tamaño 2,3,4 muestran consistentemente menor cobertura con respecto a las demás categorías.

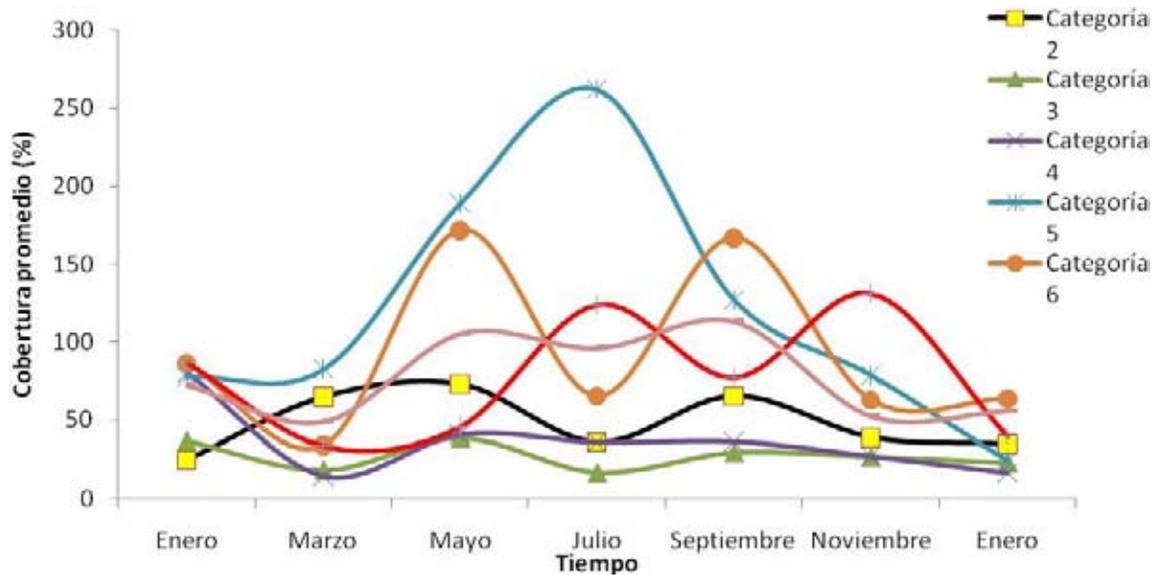


Figura 5.7. Cobertura promedio bimestral por categoría de tamaño de las abras.

5.3.2 Diagramas de transición de cobertura a lo largo del tiempo

Como se mostró en el apartado anterior, la cobertura no es constante en las abras a lo largo del tiempo, lo que se refleja en un comportamiento dinámico de las categorías que es importante para el proceso de colonización de estos microambientes. Estas variaciones se muestran en la figura 5.8 que muestra el diagrama de flujo que resume el comportamiento anual y estacional de la cobertura en las abras. En estos diagramas no se muestran las abras que se cerraron (categoría 8).

La cobertura de las abras de categoría uno (42.86%), dos (81.63%), tres (74.99%), y cuatro (43.75%) incrementa más de lo que retroceden. Son abras en las que la cobertura vegetal aumenta progresivamente. Por el contrario las categorías cinco (36.9%), seis (63.63%) y siete (68.75%) tienen valores más altos en el retroceso a categorías previas.

El diagrama **b)** de la figura 5.8 muestra los cambios de las categorías durante la temporada calurosa. En ella las abras vacías y con plántulas aumentan

su cobertura. En las abras con poca cobertura, los valores más altos se presentan en el aumento de cobertura, aun cuando sí presentan valores de retroceso. Cuando las abras alcanzan un porcentaje mayor al 10% de cobertura (categoría cinco), los valores más altos se concentran en la permanencia, seguidos por los que representan una disminución en la cobertura, mientras que son pocas las abras en las que se presenta un incremento en la cobertura.

Durante la temporada fría la mayoría de las abras de categoría uno permanecen en la misma categoría (53.57%), las categorías dos (72.94%) y tres (57.14%), pasan a categorías superiores. Para las categorías cuatro y cinco aunque los porcentajes de las diferentes transiciones son parecidos entre sí, los valores mas altos corresponden al aumento de cobertura, seguidas de la permanencia en la misma categoría y, por último, las que disminuyen su cobertura. En la categoría seis la disminución de cobertura (62.64%) es mayor que en las otras categorías, mientras que en la categoría siete la permanencia (51.04%) y la disminución de cobertura (48.93%) tienen valores semejantes.

En general al comparar las matrices, la dinámica anual y la correspondiente a la temporada cálida, las primeras 4 categorías tienen un comportamiento similar (aumentan su cobertura), las categorías 5, 6 y 7 disminuyen su cobertura en la matriz anual, mientras que durante la temporada cálida las abras de estas categorías conservan su cobertura. Durante la temporada fría las abras vacías permanecen de la misma forma, las abras de categorías 2, 3, 4, y 5 aumentan su cobertura, la categoría 6 retrocede a categorías anteriores y las abras de categoría 7 permanecen en la misma categoría.

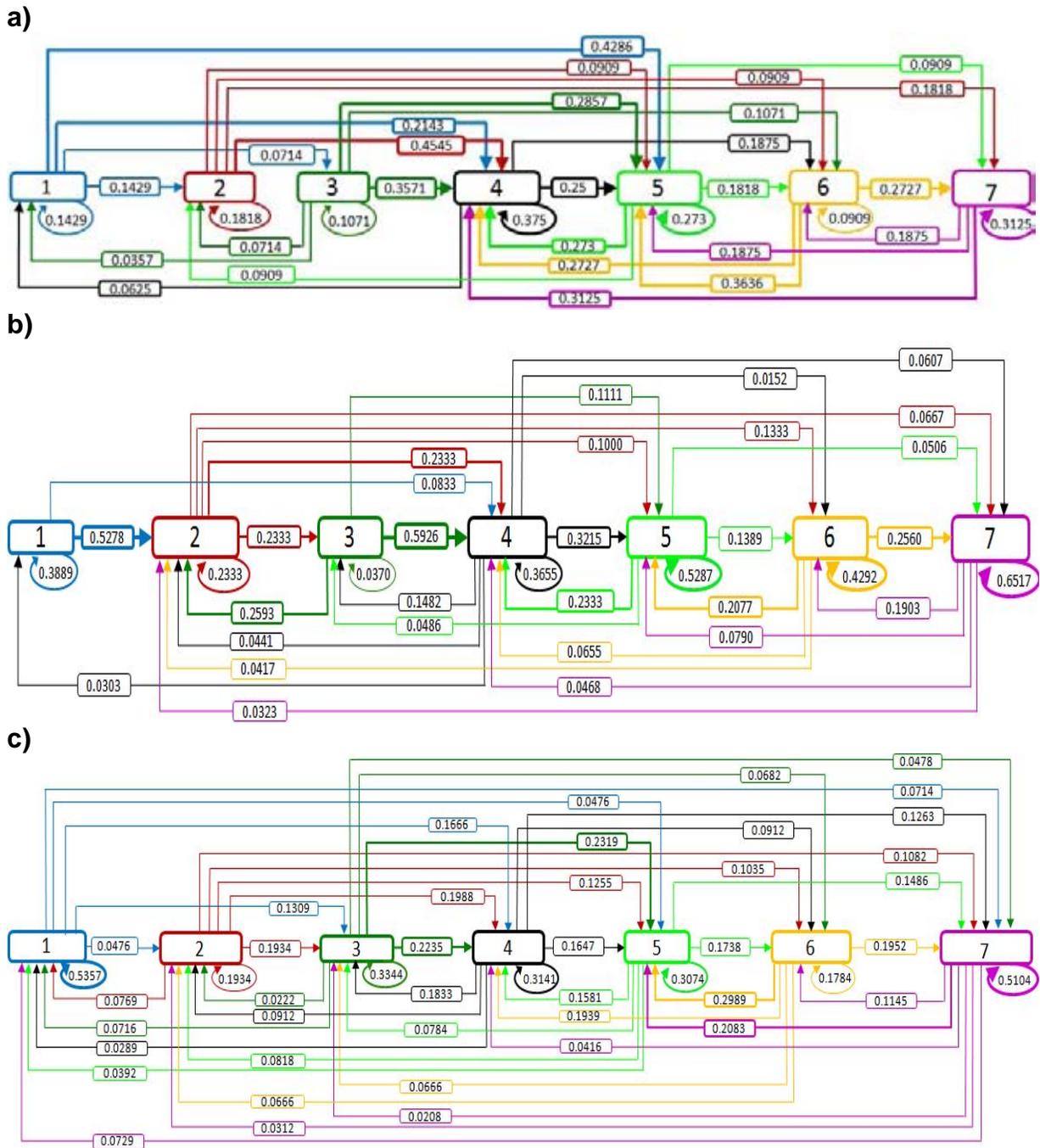


Figura 5.8 a) Dinámica anual (enero de 2008 a enero de 2009) de las abras por categorías de cobertura. **b)** Dinámica estacional, temporada de calor. **c)** Dinámica estacional, temporada de frío.

Las flechas indican el paso de una categoría de tamaño a otra, o bien su permanencia en la misma categoría, y los números muestran al porcentaje correspondiente a cada transición. Los diagramas para la estación fría y la caliente son los valores de la matriz promedio de los meses correspondientes a cada estación.

La tendencia general es a que las plantas ocupen las abras vacías, mientras que una vez que han sido colonizadas no pierden completamente la vegetación que las había colonizado, aún cuando haya variaciones estacionales de la cobertura. En la proyección del comportamiento de las abras categorizadas por cobertura (Figura 5.9), resultante del proceso de iteración de las matrices de probabilidad. De acuerdo a esta proyección, las abras sin vegetación y aquellas que presentan plántulas y estolones serán menos abundantes, pero no desaparecerán, i.e., se seguirán formando abras nuevas que irán siendo colonizadas progresivamente. Las abras con un porcentaje de cobertura menor al 1% desaparecerán, mientras que aquellas con un porcentaje de cobertura de 1% al 40% serán las más abundantes, siempre y cuando no haya una formación masiva de más hundimientos. Las categorías seis y siete, aunque no son las más abundantes, aumentan su frecuencia a lo largo del tiempo en la zona de estudio, sin llegar a ser de las categorías más importantes en un futuro.

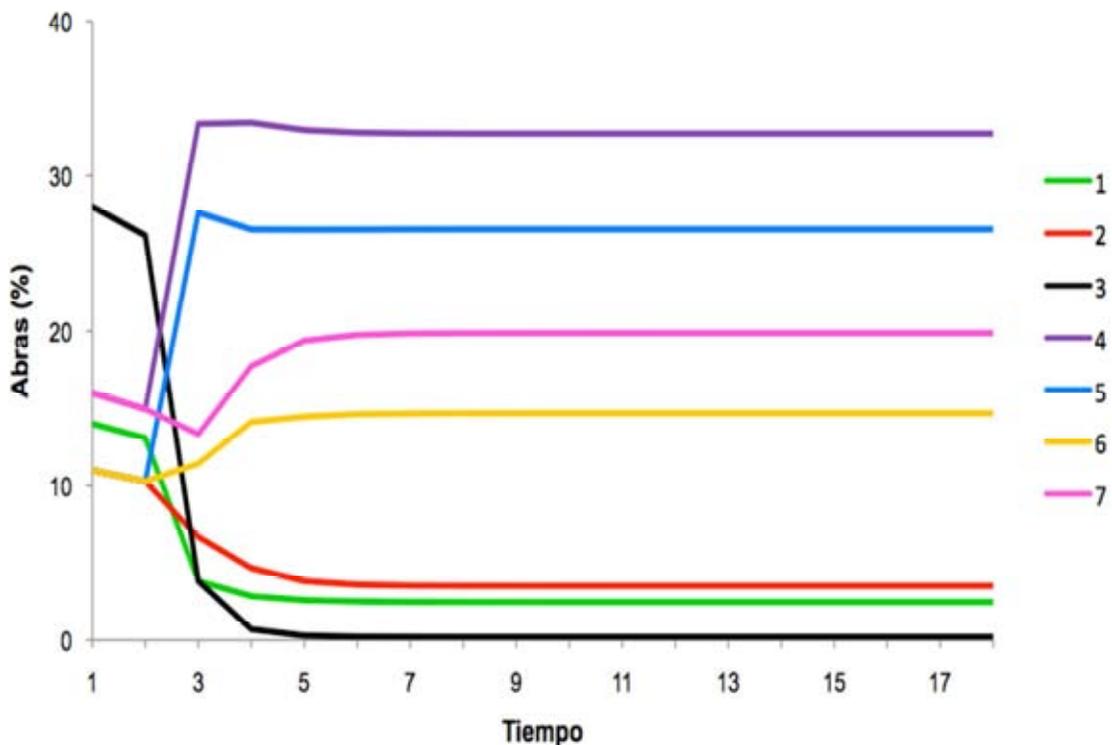


Figura 5.9. Proyección del comportamiento de las categorías de cobertura, basado en la iteración de las matrices de proyección anual.

5.4 Tamaño del abra

5.4.1 Categorización por tamaño

La figura 5.10 muestra la estructura del conjunto de abras por categoría de tamaño. La categoría más frecuente en todos los meses fue la uno, que presentó los valores más altos en los meses de octubre de 2007 (56.07%), enero de 2008 (57.93%) y enero de 2009 (43.94%). El menor valor de esta categoría corresponde al mes de septiembre. La categoría dos corresponde a la segunda más frecuente, que alcanza su valor máximo en noviembre de 2008; de hecho, el porcentaje de esta categoría incrementa entre octubre de 2007 y noviembre de 2008. Las categorías uno y dos presentan variaciones a lo largo del año.

La categoría tres se mantiene en tercer lugar de importancia en todos los meses, aunque no alcanza a representar ni el 20% del total de abras. Esta categoría varía menos a lo largo del tiempo en comparación con las dos anteriores. Las abras más grandes, correspondientes a las categorías cuatro a siete, son las menos abundantes en todos los meses y representan un porcentaje menos variable que las categorías anteriores.

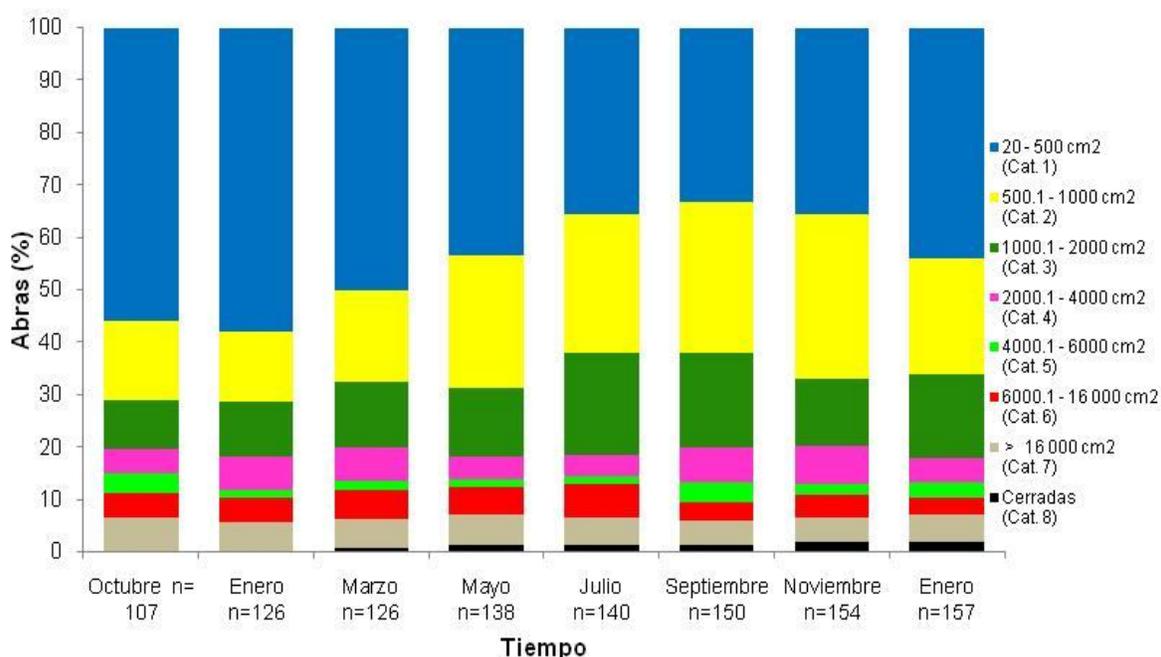


Figura 5.10. Estructura del conjunto de las abras categorizadas por tamaño

5.4.2 Diagramas de transición de tamaño a lo largo del tiempo

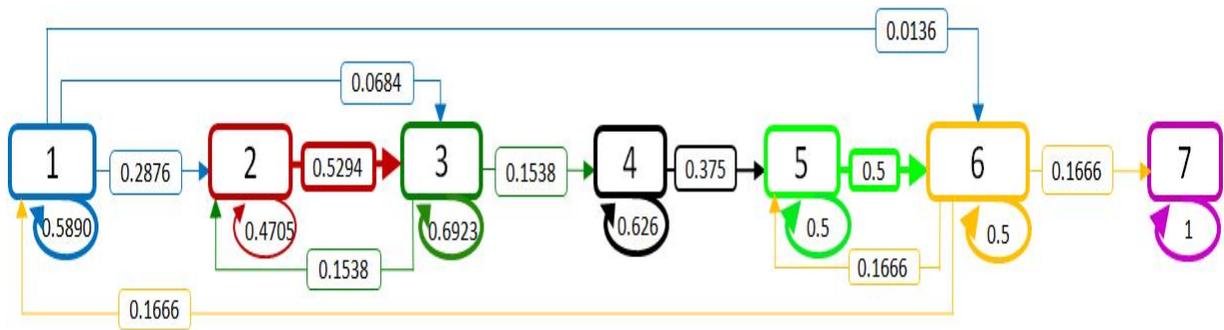
Las abras no siempre conservan el mismo tamaño, algunas tienden a cerrarse mientras que otras se agrandan. En estos cambios intervienen los procesos asociados a los hundimientos, la acumulación de sustrato y el efecto del paso de los grupos de caballos y de burros que no necesariamente es constante ni predecible, dado que se trata de manadas ferales, con un gran impacto en la zona de estudio.

El comportamiento anual (Fig. 5.11), más de la mitad de las abras de cada categoría permanece sin cambio, pero el tamaño de 137 aumenta, de modo que al cabo de 12 meses forman parte de la categoría inmediata superior e incluso de categorías subsecuentes. En algunos casos las abras tienden a cerrarse y se observa una retrogresión hacia categorías de menor tamaño. Las categorías uno (68%), tres (69.23%), cuatro (62.6%), seis (50%) y siete (100%), permanecen en la misma categoría, las abras categoría dos aumentan su tamaño, las abras de categoría cinco, conservan el mismo tamaño o lo aumentan. De manera anual, las abras tienen un comportamiento dinámico que incluye por un lado la permanencia y por el otro el incremento y la disminución de su tamaño.

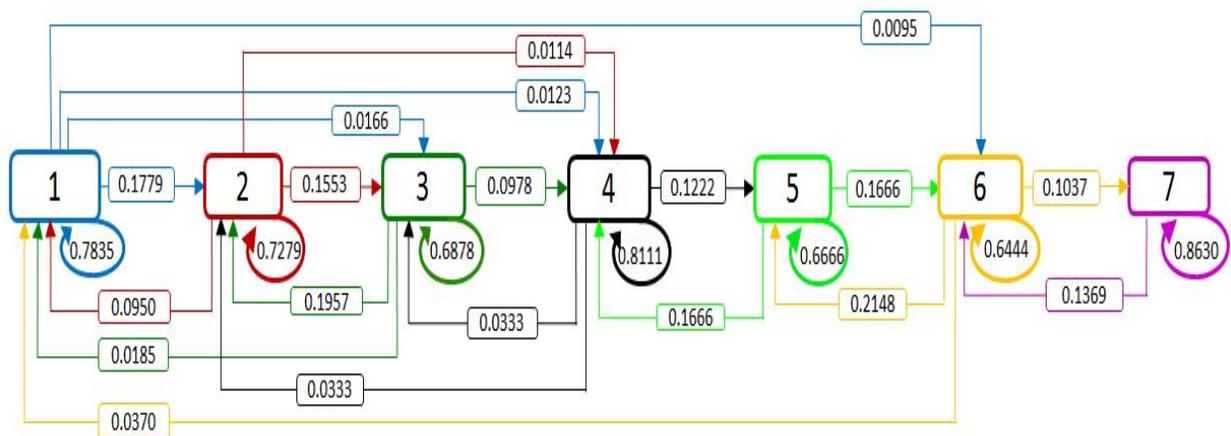
En la temporada cálida los cambios observados se pueden resumir de la siguiente manera: los valores más altos de las categorías uno (78.35%), dos (72.79%), tres (68.78%), cuatro (81.11%), cinco (66.66%), seis (64.44%) y siete (86.30%) corresponde a la permanencia en la misma categoría.

En la temporada fría las abras de las categorías uno (84%), dos (70%), tres, (73.51%), cuatro (79%), cinco (41.66%), seis (65 %) y siete (100%) permanecen en la misma categoría. En general durante la temporada fría las abras permanecen en la misma categoría o avanzan a la categoría siguiente, sin que se observen retrogresiones. En algunos casos como en las categorías uno, dos y tres, las abras pueden pasar hasta a dos categorías de mayor tamaño. Es necesario recalcar que la categoría siete, que es la de mayor tamaño, no presenta disminución de superficie en ningún intervalo de tiempo.

a)



b)



c)

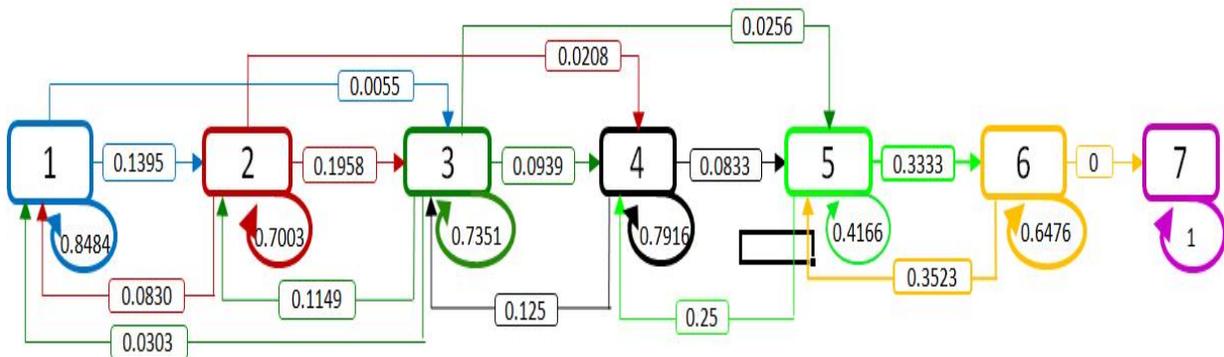


Figura 5.11. a) Dinámica anual del conjunto de abras por categorías de tamaño.

b) Temporada cálida. **c)** Temporada fría.

Las flechas indican el paso de una categoría de tamaño a otra, o bien su permanencia en la misma categoría, y los números muestran al porcentaje correspondiente a cada transición. Los diagramas para la estación fría y la caliente son los valores de la matriz promedio de los meses correspondientes a cada estación.

La figura 5.12 muestra la proyección del comportamiento de las categorías de tamaño con base en la iteración de la matriz anual. Se puede observar que las abras de categoría dos y tres aumentan ligeramente los primeros años, pero después al igual que casi todas las categorías tiende a disminuir a lo largo del tiempo. El número de abras de categoría siete, al contrario a las otras categorías, aumenta al pasar de los años. De acuerdo a esa proyección, las abras presentes durante el periodo de estudio se irán agrandando al punto de que cerca del 80% de ellas tendrán superficies de más de 1.6m²

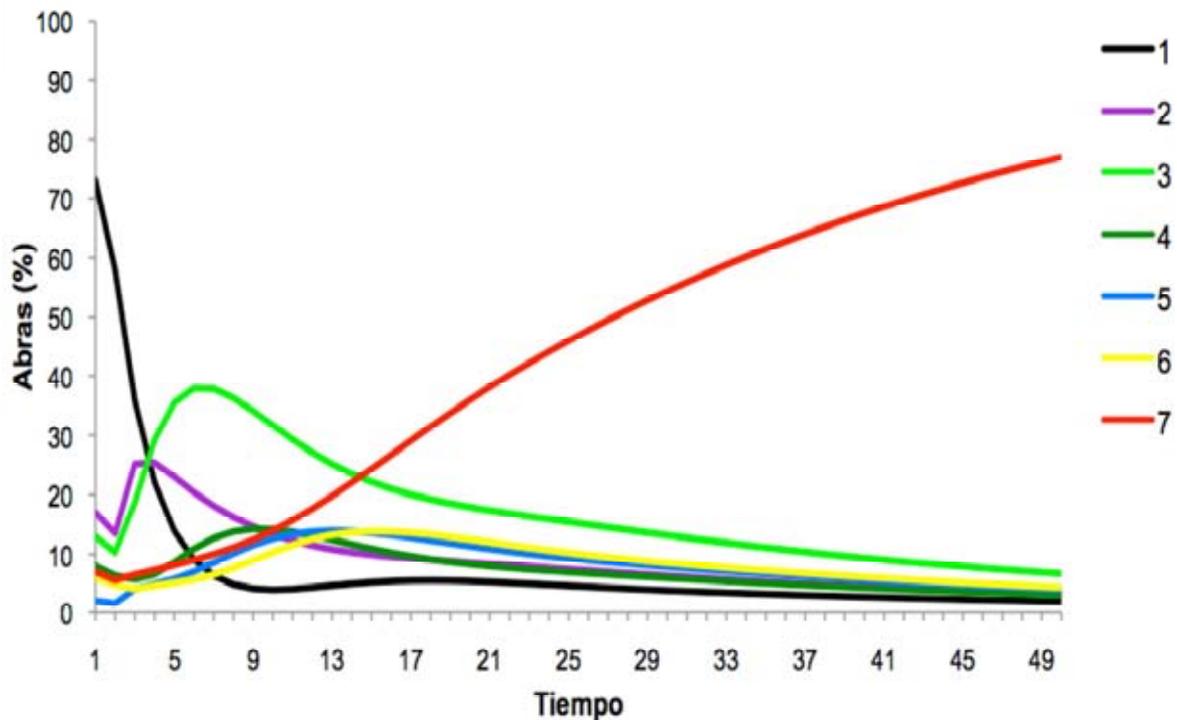


Figura 5.12. Proyección del comportamiento anual de la estructura de tamaños de las abras en el Sistema Churince.

5.5 Riqueza

5.4.1 Composición específica

Se encontró que son nueve las especies que colonizan las abras, de las cuales ocho son herbáceas y una arbustiva (Tabla 5.1). La mayoría de las especies tiene un ciclo de vida perenne y sólo dos de ellas corresponden a

especies anuales. Las especies pertenecen a seis familias diferentes, tres de las familias con 2 especies presentes en la zona.

Tabla 5.1 Lista de especies

| Ciclo de vida | Familia | Especie | Acrónimo |
|----------------------|----------------|---------------------------------|-----------------|
| Perenne | Asteraceae | <i>Flaveria chlorifolia</i> | Fc |
| Perenne | Asteraceae | <i>Jaumea carnosa.</i> | Jc |
| Perenne | Cyperaceae | <i>Bolboschoenus maritimus</i> | Bm |
| Perenne | Fabaceae | <i>Acacia sp</i> | A |
| Perenne | Poaceae | <i>Sporobolus coahuilensis.</i> | Sc |
| Perenne | Poaceae | <i>Jouvea pilosa</i> | Jp |
| Perenne | Primulaceae | <i>Samolus ebracteatus</i> | Se |
| Anual | Gentianaceae | <i>Sabatia tuberculata</i> | St |
| Anual | Gentianaceae | <i>Eustoma exaltatum</i> | Ee |

5.4.2 Categorización por número de especies

La figura 5.13 muestra el comportamiento de las abras categorizadas con base en la riqueza. Las abras vacías, que corresponden a la categoría cero, se presentan en todos los muestreos. El mayor porcentaje de abras de esta categoría corresponde a los meses de julio (6.42%), enero de 2009 (5.73%) y marzo (5.55%), mientras que el menor se registró en mayo (2.89%) y septiembre (2.66%). Las abras con una especie tienen un comportamiento estacional. Las frecuencias más altas de esta categoría se registraron en los meses fríos y las más bajas en los meses cálidos. El porcentaje más alto de abras de esta categoría se registró en enero de 2008 (23.80%) y el más bajo en mayo (5.07%).

En enero de 2008 y de 2009 se registraron los valores más altos para la categoría dos (31.74% y 32.48% respectivamente). En marzo (24.60%), septiembre (22%) y noviembre (22.72%) se registraron los valores más bajos para esta categoría. Por su parte, la categoría tres presenta los valores más altos en marzo (26.19%) y mayo (26.08%) y los más bajos durante los meses fríos, en especial en octubre de 2007 (19.62%). La categoría cuatro fue más frecuente en noviembre (28.57%) y menos en octubre (14.95%). Durante los meses fríos esta

categoría tiene valores bajos excepto en noviembre, cuando registró su valor más alto. Las categorías menos frecuentes fueron de la cinco a la siete, y de hecho esta última sólo se registró en septiembre. La categoría cinco es la menos frecuente a lo largo del tiempo. El valor más alto de esta categoría se registró en octubre de 2007 (11.21%), y en los siguientes meses no alcanzó ni el 10%, aunque tiende a ser más frecuente en los meses cálidos y a disminuir en los meses fríos. La categoría seis no está representada en los meses de enero de 2008 y de 2009 y tuvo mayores porcentajes en noviembre (3.89%), julio (2.85%) y septiembre (2.66%). Finalmente, la categoría siete solo se registró en septiembre y representó el 2.66% del total de abras.

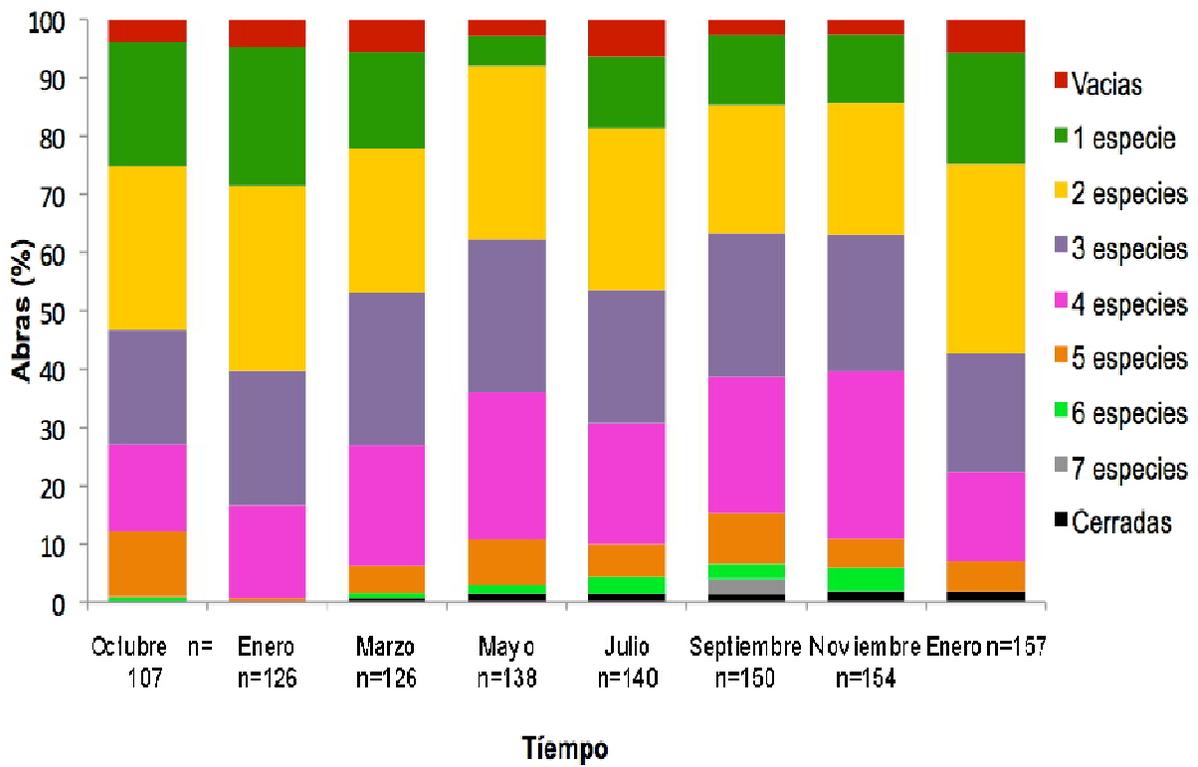


Figura 5.13 Porcentaje de abras por categoría de riqueza (número de especies)

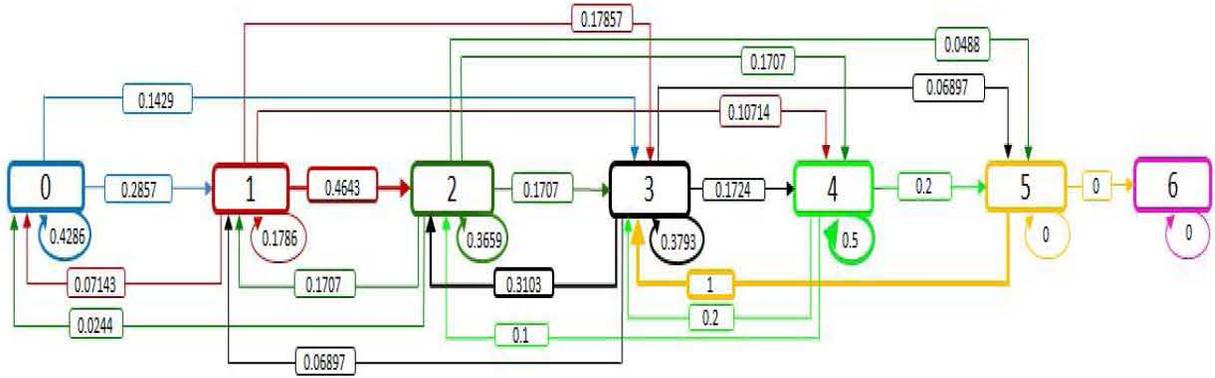
5.4.3 Dinámica de las abras clasificadas por categoría de riqueza

Las abras presentan un recambio constante de especies a lo largo del año y durante las dos estaciones analizadas (Figura 5.14). Las abras de categoría cero (42.86%), dos (36.59%) y cuatro (50%) permanecen en la misma categoría, la categoría uno (46.43%) pasa a la siguiente categoría, las abras de categoría tres presentan valores muy semejantes en la permanencia (37.93%), y las regresiones (37.92%) a categorías previas. Todas las abras de categoría cinco retroceden a la categoría tres. Al término del estudio, ninguna de las abras tenía más de cinco de las nueve especies presentes en la zona de trabajo, pero como se verá más adelante, estas categorías sí se presentan en el transcurso del año.

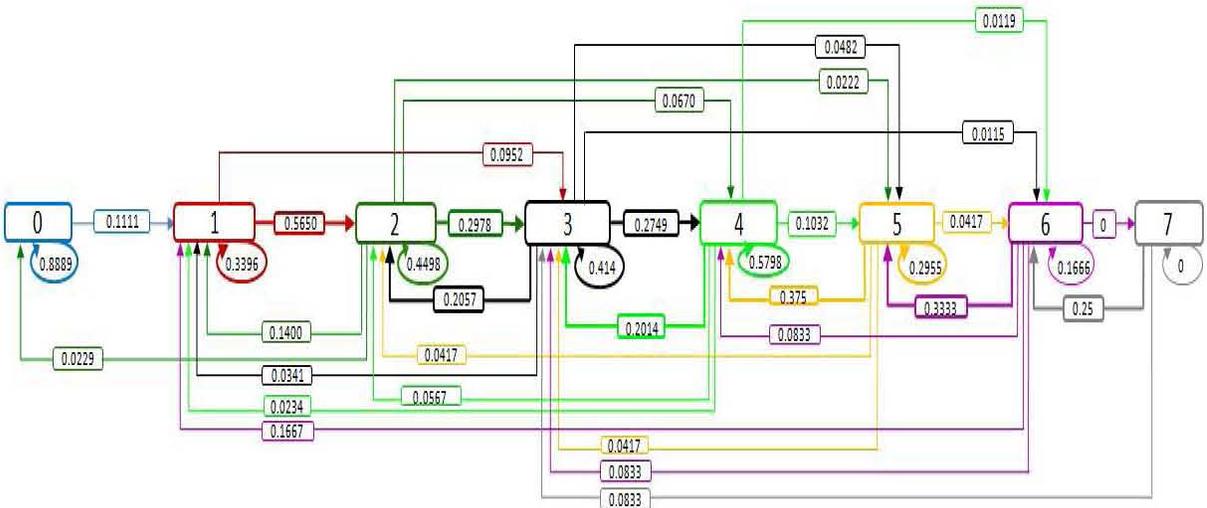
Las abras tienen un comportamiento estacional, durante la temporada cálida presentan menos cambios en el número de especies. La mayoría de las abras vacías (88.88%) permanecen sin ser colonizadas por ninguna especie. Las categorías dos (44.98%), tres 41.4% y cuatro (57.98%), conservan el mismo número de especies, mientras que las categorías cinco (45.84%), seis (66.66%) y siete (33.33%) retroceden a categorías previas. Solo el 56.50% de las abras de categoría uno pasan a categoría dos.

De manera general, durante la temporada fría las abras con un menor número de especies (categorías cero y uno) tienen una mayor probabilidad de ser colonizadas por más especies y de pasar a categorías de mayor riqueza que durante la temporada cálida. Las abras con dos a cinco especies se comportan de manera muy similar a como lo hacen durante la temporada cálida. Las abras de categoría seis presentaron dos regresiones a las categorías cuatro (33.33%) y a la cinco (33.33%).

a)



b)



c)

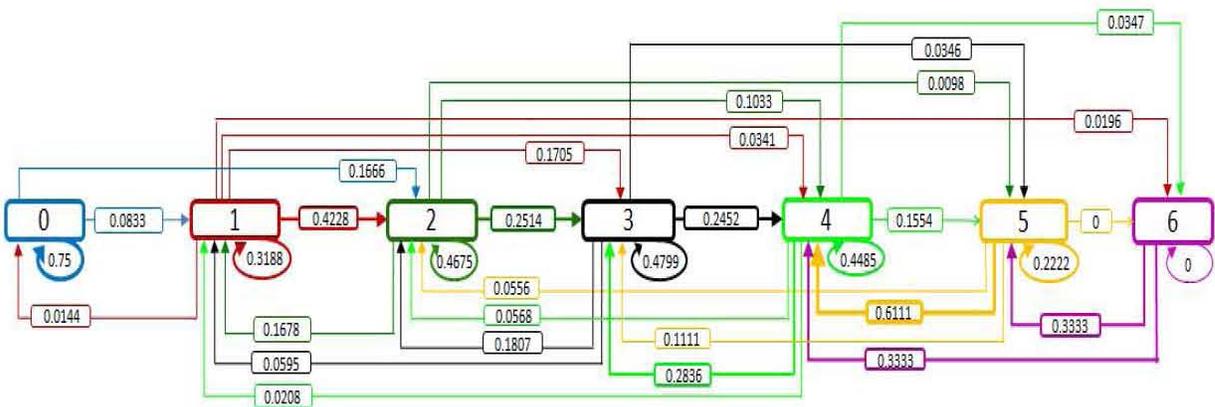


Figura 5.14 a) Diagrama de flujo anual por categorías de riqueza. **b)** Temporada cálida. **c)** Temporada fría.

En la proyección de la matriz anual de las categorías de riqueza (Fig. 5.15) se observa la estabilización de las categorías luego de 35 iteraciones. De acuerdo a esta proyección, la categoría tres será más frecuente (31.55%). La categoría dos será la segunda (26.34%) en importancia dentro de las diferentes categorías. Las abras de categoría uno disminuirán su proporción (9.11%). La categoría cuatro, aumentará su proporción (22.55%), las abras con cinco especies tendrán una proporción de 8.10%.

Por otro lado las abras vacías disminuirán (2.32%). De acuerdo a esta proyección, las categorías seis y siete, que son las que incluyen a las especies anuales, no estarían representadas en ningún momento. Esto se debe a que en la matriz anual no es posible observar las variaciones estacionales, y dado que el intervalo de tiempo estudiado abarca de una temporada fría a la otra y que *S. tuberculata* y *E. exaltatum*, las especies anuales no quedan representadas y las categorías seis y siete permanecen en cero todo el tiempo.

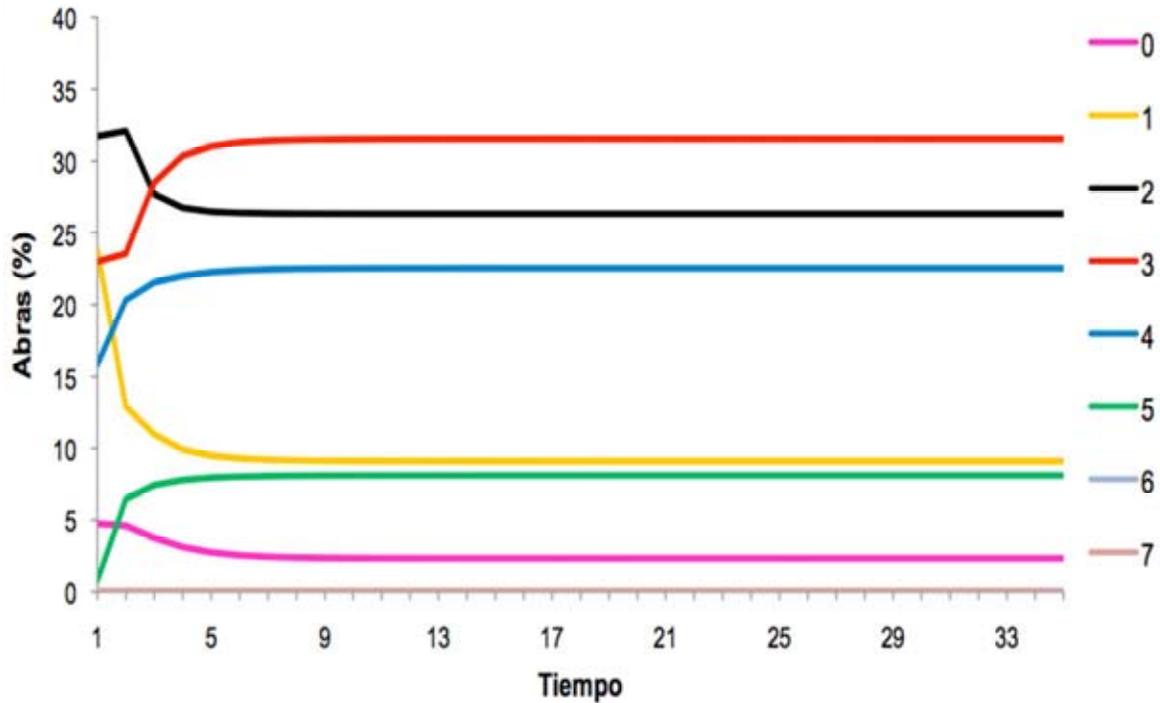


Figura 5.15 Proyección del cambio anual de especies.

5.5. Frecuencia relativa de las especies

El análisis de varianza realizado muestra que las especies se dividen en cuatro grupos diferentes (Figura 5.16). Las especies más frecuentes son *S. ebracteatus*, *J. pilosa*, *B. maritimus*, *F. clorifolia*. *S. ebracteatus*. El primer grupo está integrado por *S. ebracteatus*.

La frecuencia de *S. ebracteatus* aumentó a lo largo del tiempo, pues en el muestreo inicial estaba presente en el 65.42 % de las abras y en enero 2009 en el 79.87%. El porcentaje de abras en el que se encuentra varía de manera estacional. En los meses fríos puede encontrarse en el 61.90% de las abras (enero 2008). Es más común en las abras durante los meses de septiembre (83.10%), mayo (83.08%) y noviembre (82.78%). Septiembre corresponde al cambio de estación y noviembre es ya parte de la estación fría. La mayor frecuencia de esta especie en el mes de mayo se debe a la precipitación comparativamente alta que se presentó en el año de estudio.

Jouvea pilosa se encontró en el 58.87% de las abras en el primer muestreo, y en el 54.54% en el último. La frecuencia relativa más alta de esta especie correspondió a los meses de septiembre (66.89 %) y noviembre (70.19 %). Esta especie no muestra un patrón estacional claro, pues su frecuencia relativa disminuyó durante los meses más fríos, es decir, durante enero 2008 (50.79%) y enero de 2009 (54.54%), así como en los meses de julio (50.72%) y mayo (55.14%) que corresponden a la temporada cálida.

Flaveria chlorifolia tiene, por el contrario, un comportamiento estacional. Su presencia en las abras disminuye en los meses fríos, especialmente en enero de 2008 (34.92%) y de 2009 (37.6%), que es cuando muestra los valores más bajos de frecuencia relativa, y aumenta en la temporada cálida. El valor más alto para la presencia de *F. chlorifolia* en las abras se registró en septiembre, cuando su frecuencia fue de 64.86%. Cabe recordar que, como se mencionó en el apartado sobre la cobertura, las partes aéreas de esta planta se secan casi totalmente en la época fría, de modo que en noviembre se observaron sólo plantas secas.

Bolboschoenus maritimus fue más frecuente en enero 2008 (61.11%). A lo largo del año de estudio alcanzó valores altos en enero de 2008 y en mayo (55.88%). En el resto de los meses no presentó grandes variaciones, en general mostró una tendencia a decrecer, en enero 2009 (43.50%).

El tercer grupo está compuesto por *Jaumea carnos*a, *Sporobolus coahuilensis*, *Sabatia tuberculata*, *Eustoma exaltatum* y *Acacia sp.* De este grupo, *S. coahuilensis* es la más frecuente, se encontró en el 23.2% de las abras durante marzo. La segunda más frecuente es *J. carnos*a con 16.91% de las abras en mayo. *Acacia sp.* se registró en octubre (5.6% de las abras), durante enero y marzo no se tuvieron registros de ella. A partir de mayo fue aumentando su presencia hasta llegar al valor más alto (8.10% de las abras) durante septiembre. Las abras con *S. tuberculata* se registraron por primera vez en mayo (5.14% de

las abras), con una disminución en julio (2.89%) y alcanzaron su valor más alto en septiembre (6.75% de las abras), para disminuir su presencia en los meses siguientes (noviembre en 5.95% de las abras y enero de 2009 con 2.59% de las abras). *E. exaltatum* solo se registro en enero (0.63 % de las abras).

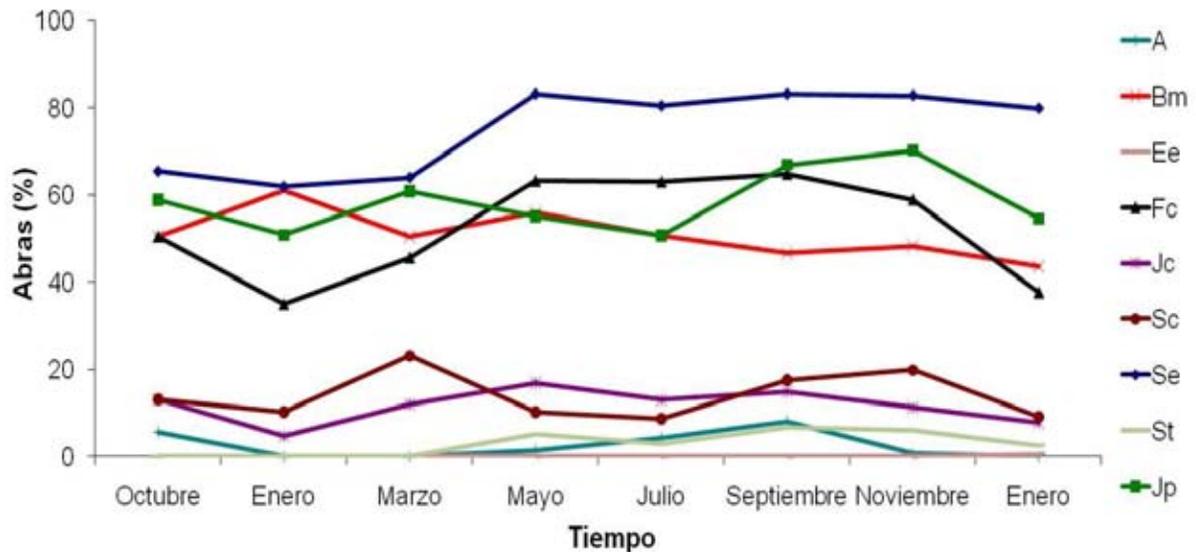


Figura 5.16. Frecuencia relativa de las diferentes especies

Para comprobar que las especies encontradas en las abras se dividían en cuatro grupos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía a fin de comparar el porcentaje de abras en el que se encuentra cada especie (Tabla 5.2). En la figura 5.17 se observan los resultados de este análisis, que muestra que las especies están divididas en cuatro grupos ($G.L= 8, F= 146.306, p= 0.001$). El grupo uno está compuesto únicamente por *Samolus ebracteatus*; el segundo grupo por *Jouvea pilosa*, *Flaveria chlorifolia* y *Bolboschoenus marítimus*. El tercer grupo lo conforman *Jaumea carnososa* y *Sporobolus coahuilensis*. Finalmente, el cuarto grupo contiene a *Acacia sp*, *Sabatia tuberculata* y *Eustoma exaltatum*.

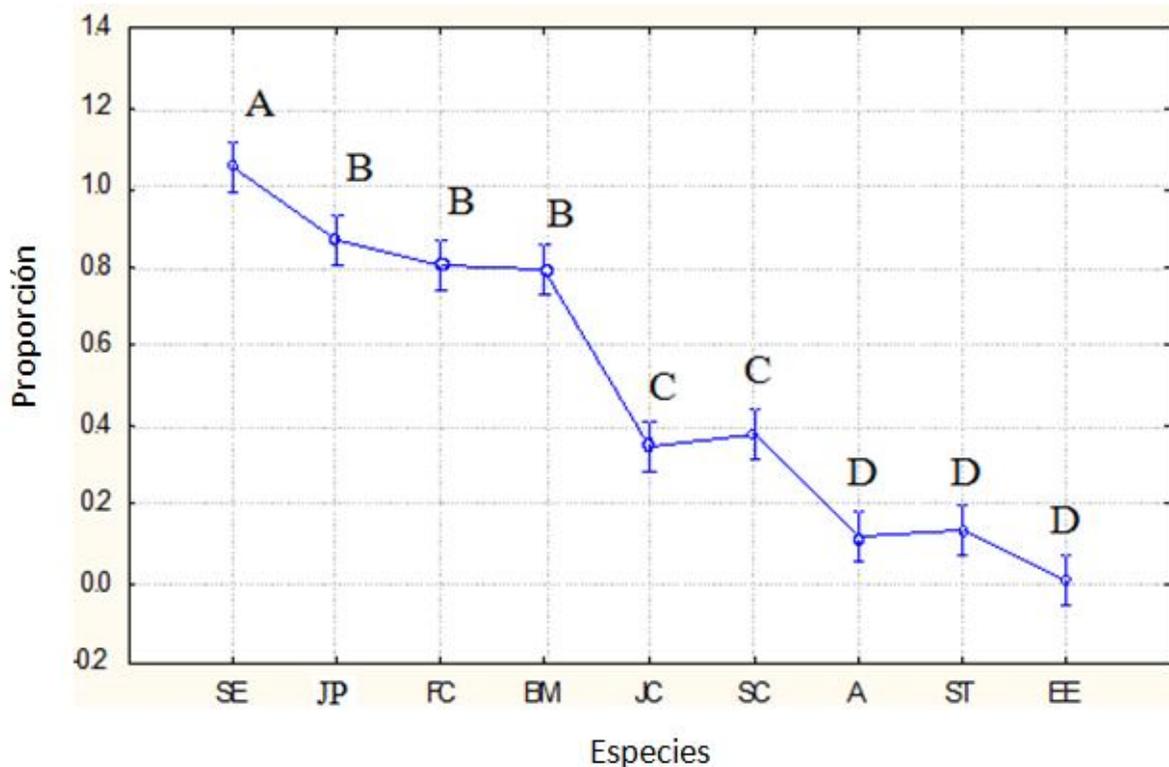


Figura 5.17 Análisis de varianza de los diferentes grupos.

Tabla 5.2. Análisis de varianza

| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|---------|----|---------|---------|-------|
| Grupos | 9.49009 | 8 | 1.18626 | 146.306 | 0.001 |
| Error | 0.51081 | 63 | 0.00811 | | |

Se realizó una prueba de Tukey (ver Anexo III) para identificar las diferencias entre la frecuencia relativa de las diferentes especies. Se encontró que en las abras *S. ebractatus* es significativamente (g.l.=63, $p=0.001$) más frecuente que las demás especies. *J. pilosa*, *F. chlorifolia* y *B. maritimus* tienen frecuencias relativas semejantes entre sí. Por su parte, *S. coahuilensis* y *J. carnosus* forman un grupo diferente respecto a las otras especies. El último grupo se integra por tres especies, dos de las cuales son anuales (*S. tuberculata* y *E. exaltatum*), y la tercer especie de este grupo es *Acacia sp.* Esta especie no se encuentra presente en esta zona del valle, ni dentro ni fuera de las abras, y las semillas llegan a través del ganado que los ejidatarios llevan a pastar y sobre todo a tomar agua. Las

semillas son excretadas por burros y caballos y germinan en el ambiente favorable que representan las abras. Queda por ver si alguna de las plántulas realmente se establece dentro de un abra, como se ha observado esporádicamente en otras zonas del ANP

5.6. Frecuencia de combinaciones o ensamblajes de especies

Para la categoría uno se encontró la presencia de seis de las nueve especies presentes en la zona (Figura 5.18). La especie más abundante en las abras que contenían solo una especie fue *S. ebracteatus*, que alcanzó los valores más altos en julio (8.57%) y enero de 2009 (10.82%) como única especie en una abra. La segunda especie más importante fue *B. maritimus* que cuya presencia es mayor en los meses fríos, mientras que en la temporada cálida disminuyó su presencia, al grado de que durante septiembre no se registró como especie única en ningún abra. La tercera especie en importancia en las abras con una especie fue *J. pilosa*. *S. coahuilensis* solo se registró en octubre (1.86%), julio (0.71%), septiembre (2.66%), noviembre (0.64%) y enero de 2009 (1.27%). *F. chlorifolia* no se registró en enero de 2008 ni en marzo, pero sí en el resto de los meses; su frecuencia fue mayor en noviembre (3.24%). *Acacia sp.* se registró solo en marzo en el 0.79% de las abras.

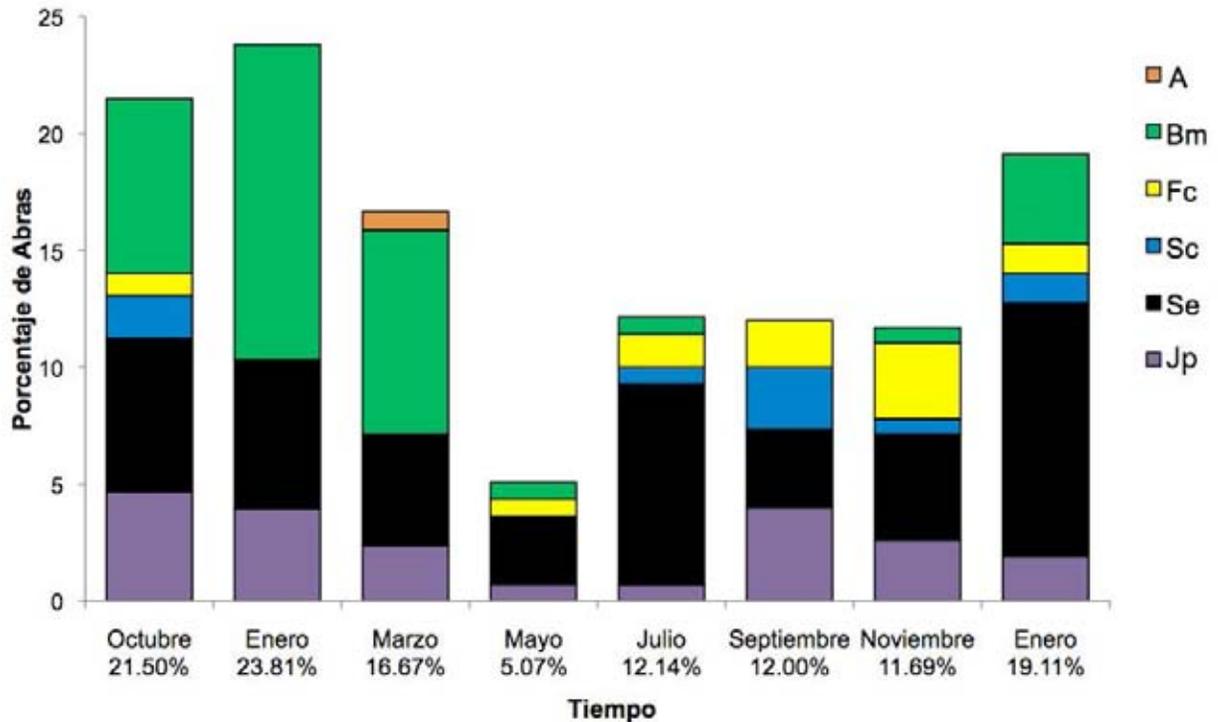


Figura 5.18. Frecuencia relativa en abras con una especie (categoría 1)

A = *Acacia* sp., Bm = *Bolboschoenus maritimus*, Fc = *Flaveria chlorifolia*, Sc = *Sporobolus coahuilensis*, Se = *Samolus ebracteatus*, Jp = *Jouvea pilosa*.

En el caso de abras de categoría dos (con dos especies) se encontraron 15 posibles combinaciones de especies, de las cuales el 46.66% corresponde a aquellas en las que se encuentra presente *S. ebracteatus* (Figura 5.19). El 20% de las combinaciones posibles incluye a *F. chlorifolia* y *J. pilosa* también se encuentra en el 20% de las combinaciones, el 13.33% restante de las combinaciones corresponde a aquellas que incluyen a *B. maritimus*. La combinación más frecuente en abras con dos especies fue Se–Jp, que alcanzó su mayor proporción en enero de 2009 con 13.37%. Las combinaciones Se–Bm y Se–Fc, presentaron comportamiento y proporciones similares (34.40% y 32.39% respectivamente). La cuarta combinación importante corresponde a Bm–Jp, con la frecuencia más alta en enero de 2008 (9.52%) y la más baja en septiembre de 2008 (1.33%).

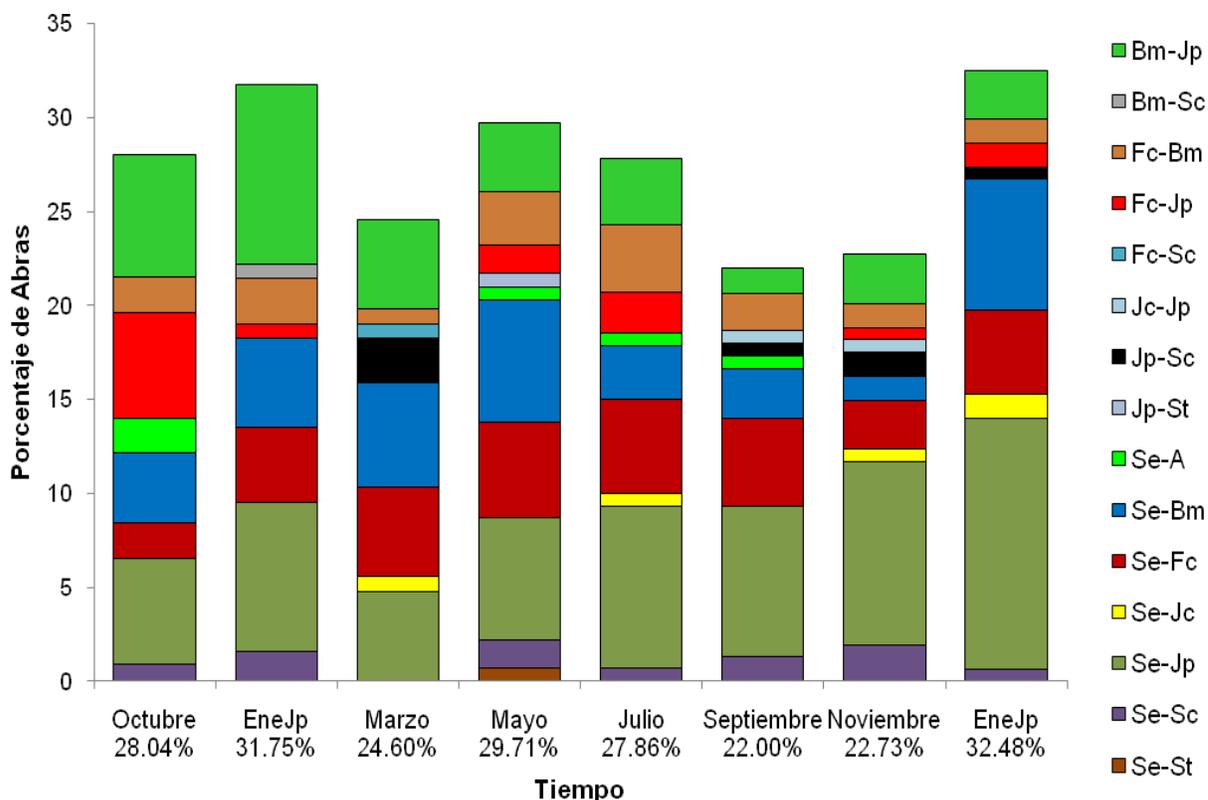


Figura 5.19. Frecuencia relativa en abras con dos especies (categoría 2)

A= *Acacia sp.*, Bm= *Bolboschoenus maritimus*, Fc= *Flaveria chlorifolia*, Jc= *Jaumea carnosa*, Jp= *Jouvea pilosa*, Sc= *Sporobolus coahuilensis*, Se= *Samolus ebracteatus*, St = *Sabatia tuberculata*.

En las abras de categoría tres encontramos 22 diferentes combinaciones (Figura 5.20), el 72.72% de las cuales incluyen a *S. ebracteatus*, 13.63% a *F. chlorifolia*, 9.1% a *J. carnosa*, y el 4.54% restante corresponde a la combinación que incluye a *B. maritimus*. La combinación más importante en esta categoría corresponde a Se- Fc- Jp cuya proporción más alta se presentó en septiembre (10%) y la más baja en julio (2.85%). La combinación Se-Fc-Bm es la segunda más frecuente en abras con tres especies, su valor más alto se registró en mayo (7.97%) y el menor en septiembre (3.33%). La tercera combinación más importante corresponde a Se-Bm-Jp con valores máximo en enero 2008 (8.73%) y el mínimo en octubre de 2007 (0.935%).

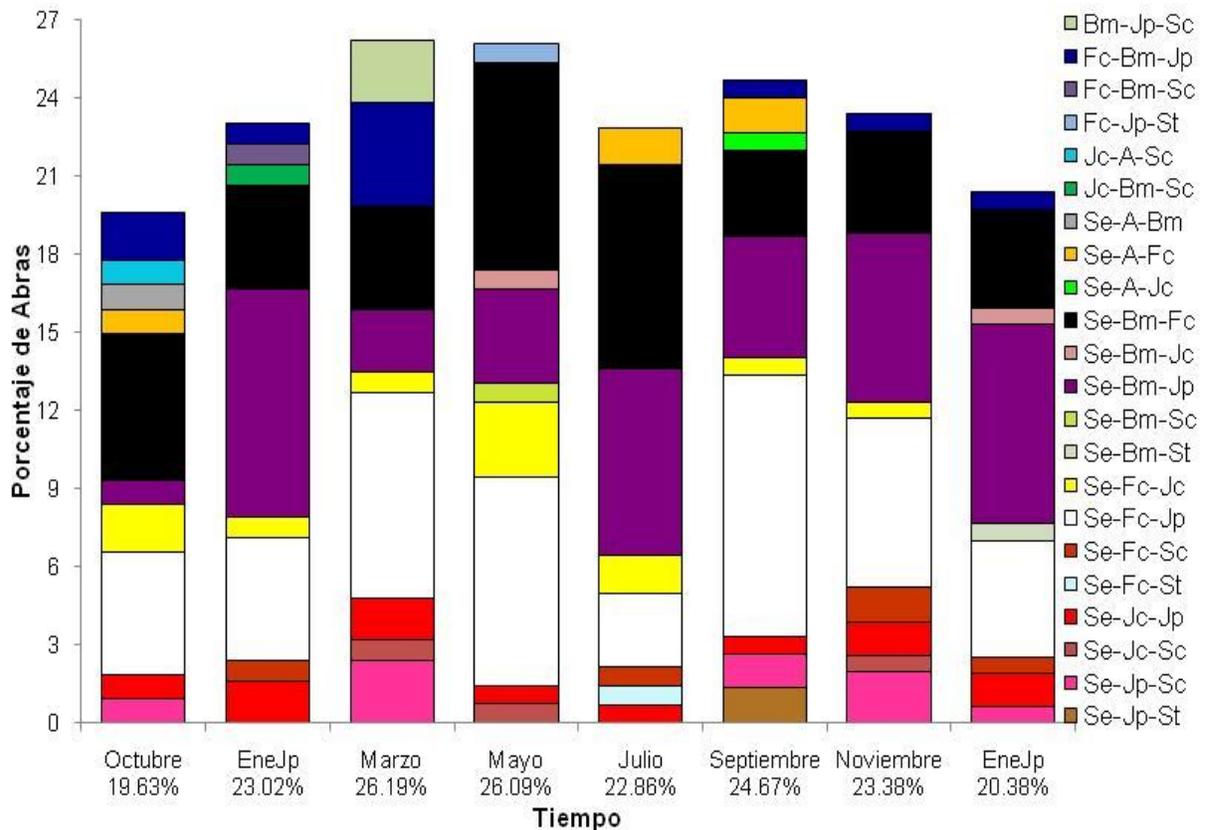


Figura 5.20. Frecuencia relativa en abras con tres especies (categoría 3)

A= *Acacia sp.*, Bm= *Bolboschoenus maritimus*, Fc= *Flaveria chlorifolia*, Jc= *Jaumea carnosa*, Jp= *Jouvea pilosa*, Sc= *Sporobolus coahuilensis*, Se= *Samolus ebracteatus*, St = *Sabatia tuberculata*.

Las abras de categoría cuatro presentaron 20 posibles combinaciones, en las cuales *S. ebracteatus* estaba presente en el 85%, el 10% corresponde a las combinaciones que incluyen a *F. chlorifolia*, *B. maritimus*, *J. pilosa*, *J. carnosa* y *S. coahuilensis*, el 5% restante es la combinación de *J. carnosa*, *J. pilosa* y *S. coahuilensis* (Figura 5.21). La combinación de cuatro especies más abundante es Se-Fc-Bm-Jp, cuyo valor más alto se registró en mayo de 2008 (18.11%) mientras que el más bajo correspondió a octubre de 2007 (6.54%). La combinación de Se-Fc-Jp-Sc, es la segunda combinación más importante de las abras de esta categoría, aunque sus proporciones mayores apenas alcanzan el 4.76% (marzo de 2008), que están por debajo de la mínima registrada para la combinación que ocupa el primer lugar en orden de importancia, mientras que el 0.794%

corresponde al mínimo registrado durante enero de 2008. La tercer combinación presenta valores máximos de 1.86% (octubre de 2007) y 1.429% (julio de 2008), y mínimos de 0.649% (noviembre de 2008) y 0.637% (enero de 2009), esta combinación incluye las especies Se-Bm-Jc-Jp-Sc.

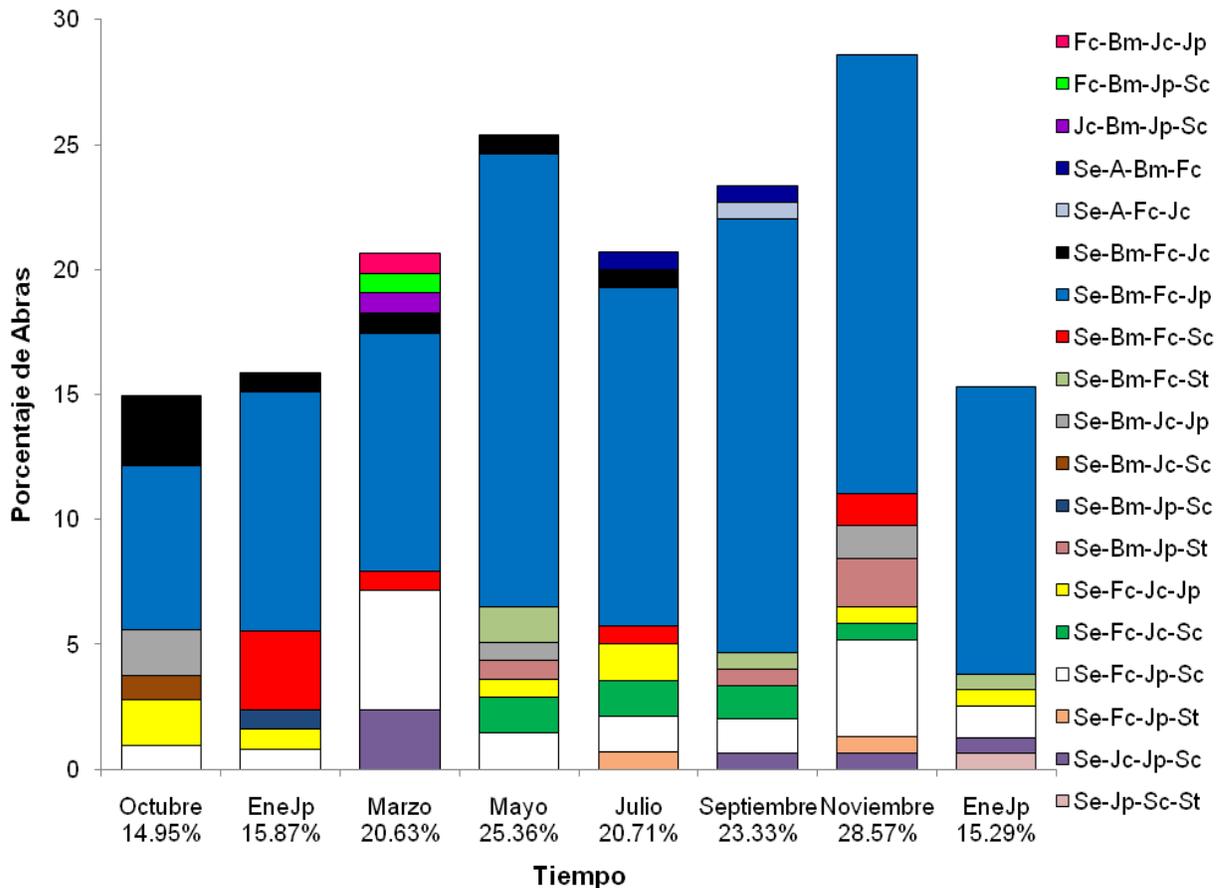


Figura 5.21. Frecuencia relativa en abras con cuatro especies (categoría 4)

A= *Acacia sp.*, Bm= *Bolboschoenus maritimus*, Fc= *Flaveria chlorifolia*, Jc= *Jaumea carnosa*, Jp= *Jouvea pilosa*, Sc= *Sporobolus coahuilensis*, Se= *Samolus ebracteatus*, St = *Sabatia tuberculata*.

Las abras de categoría cinco (aquellas con cinco especies), no son muy frecuentes; su mayor frecuencia (11.21%) se registró en octubre de 2007. La presencia de *S. ebracteatus* en las combinaciones de cinco especies es del 100% (Figura 5.22). La combinación más frecuente en las abras corresponde a la combinación Se-Fc-Bm-Jp-Sc, que alcanzó su valor más alto en octubre de 2007 (8.41%), el mínimo correspondió a enero de 2009 (0.63%), aunque cabe señalar

que esta combinación no fue registrada en ninguna abra durante julio de 2008. Para la segunda combinación en orden de importancia se registraron valores altos en mayo de 2008 (3.62%) y los mínimos en enero de 2008 (0%) y en enero de 2009 (1.27%). El resto de las combinaciones, no se registraron en todos los meses.

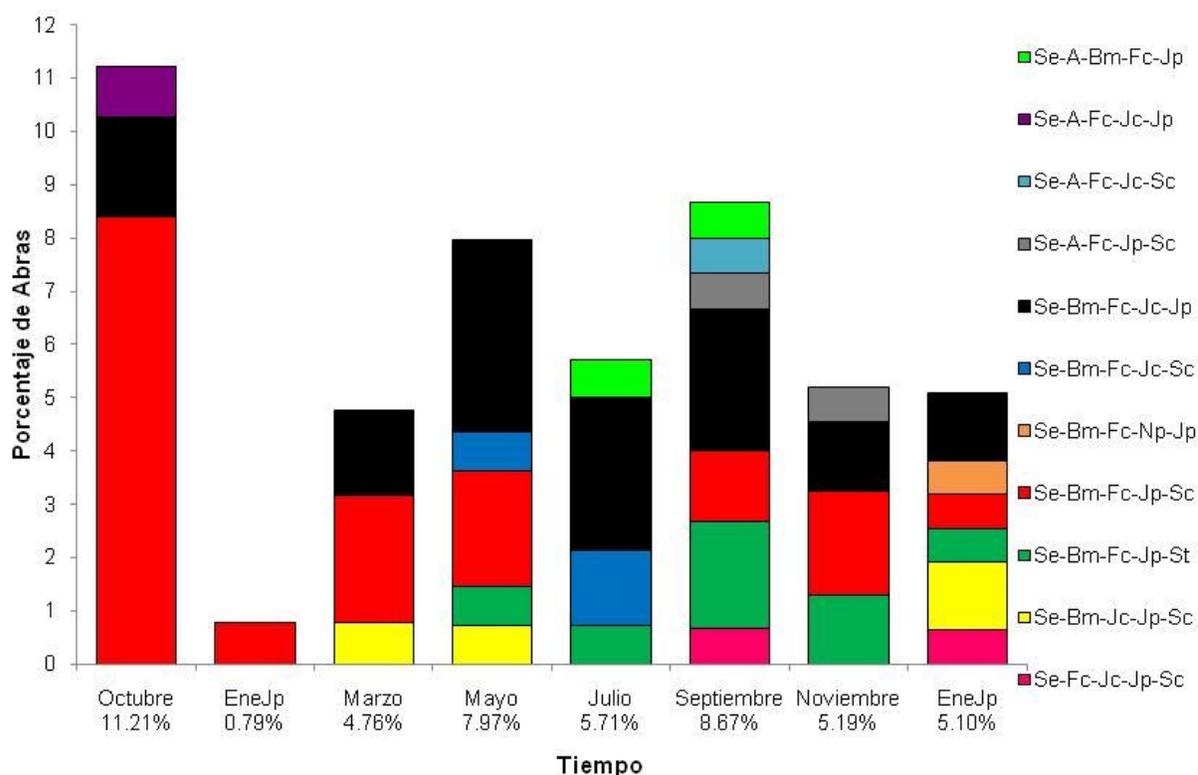


Figura 5.22. Frecuencia relativa en abras con cinco especies (categoría 5).

A= *Acacia sp.*, Bm= *Bolboschoenus maritimus*, Fc= *Flaveria chlorifolia*, Jc= *Jaumea carnosa*, Jp= *Jouvea pilosa*, Sc= *Sporobolus coahuilensis*, Se= *Samolus ebracteatus*, St = *Sabatia tuberculata*.

La presencia de seis especies en las abras es más frecuente en la temporada calurosa, y se registró el valor más alto durante noviembre de 2008 (3.88%), mientras que durante enero de 2008 y enero de 2009, no se registraron abras con seis especies (Figura 5.23). Las combinaciones de seis especies son poco frecuentes y ninguna de ellas se registró en todos los meses. Las especies incluidas en todas las combinaciones de seis especies son *S. ebracteatus*, *F. chlorifolia*, *B. maritimus* y *J. pilosa*. Las especies que cambian son *J. carnosa*, con

presencia en el 60% de las combinaciones, *S. coahuilensis* en el 60%, *S. tuberculata* en 40% y *Acacia sp.* que se presenta en el 40%. La combinación Se-Fc-Jc-Bm-Jp-Sc es la más frecuente con un valor máximo de 1.94% en noviembre de 2008 y con un mínimo de 0.71% registrado en julio de 2009. Esta combinación se registró en los meses de marzo a noviembre. El valor mínimo registrado no varía mucho en marzo (0.794%) y mayo (0.725%). Otra de las combinaciones que presentó valores relativamente altos fue Se-Fc-Jc-Bm-Jp-A, registrada en los meses de octubre de 2007 (0.935%), mayo de 2008 (0.725%) y julio de 2008 (1.429%). Con registros en los meses de julio, mayo y noviembre de 2007, la combinación Se-Fc-Jc-Bm-Jp-St es la tercera combinación importante de esta categoría. Su mayor valor se registró en julio de 2008 (0.714%), y en los meses restantes se registraron valores semejantes en septiembre de 2008 (0.667%) y noviembre de 2008 (0.649%). Las combinaciones restantes solo se registraron una vez: Se-Fc-Bm-Jp-Sc-A en septiembre de 2008 con 0.667% y Se-Fc-Bm-Jp-Sc-St en noviembre de 2008 en el 1.3% de las abras.

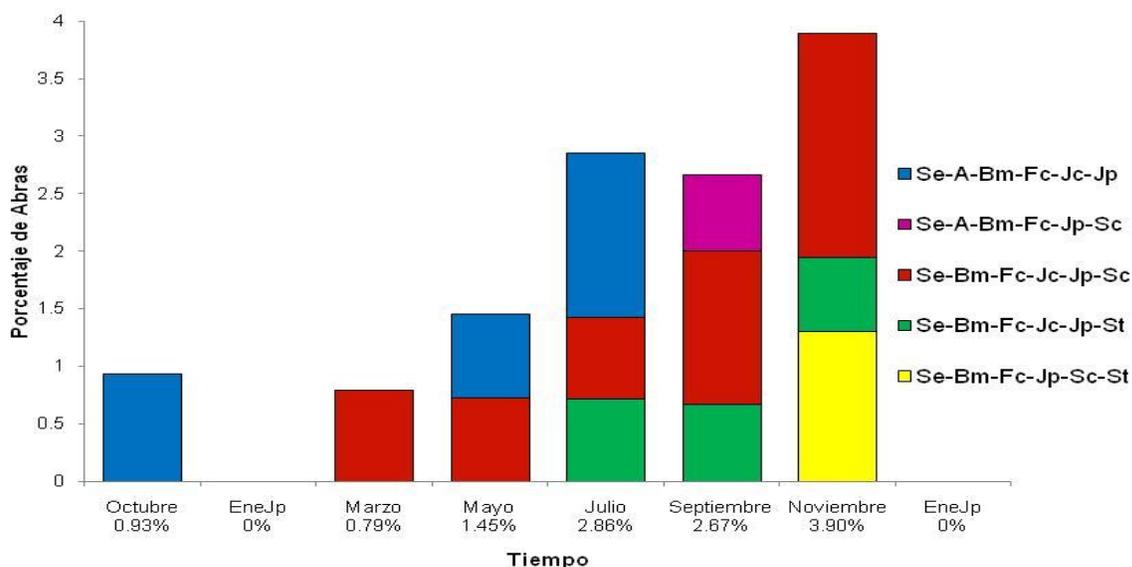


Figura 5.23. Frecuencia relativa en abras con seis especies (categoría 6).

A= *Acacia sp.*, Bm= *Bolboschoenus maritimus*, Fc= *Flaveria chlorifolia*, Jc= *Jaumea carnosa*, Jp= *Jouvea pilosa*, Sc= *Sporobolus coahuilensis*, Se= *Samolus ebracteatus*, St = *Sabatia tuberculata*.

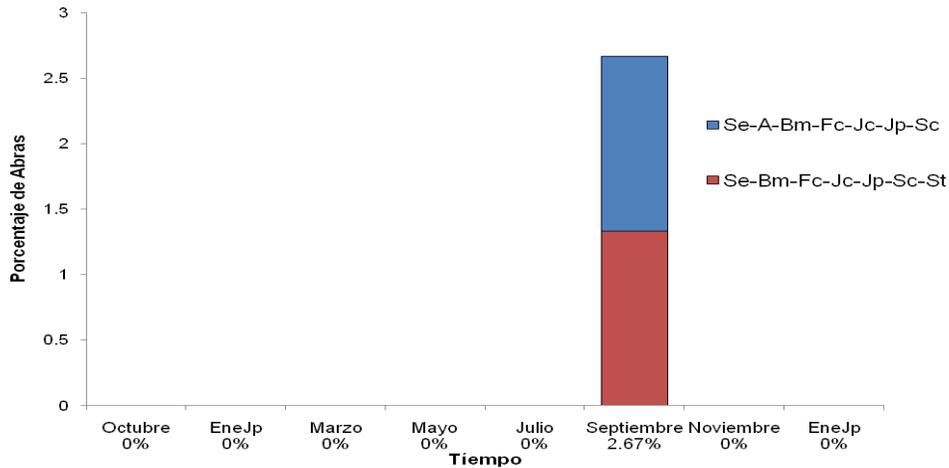


Figura 5.24. Frecuencia relativa en abras con siete especies (categoría 7).
 A= *Acacia sp.*, Bm= *Bolboschoenus maritimus*, Fc= *Flaveria chlorifolia*, Jc= *Jaumea carnosa*, Jp= *Jouvea pilosa*, Sc= *Sporobolus coahuilensis*, Se= *Samolus ebracteatus*, St = *Sabatia tuberculata*.

5.7. Secuencia de colonización

En octubre de 2007 se registraron dos abras sin vegetación, con agua en su interior, y en ambas la colonización se inició con *B. maritimus* (Figura 5.25). El establecimiento de especies para ambas abras se inició con *B. maritimus*. En una de las abras además fue registrada *F. chlorifolia*, *J. pilosa*. En el abra 85f sólo se registró *B. maritimus*, pues en marzo de 2008 el abra fue cubierta por suelo y se consideró cerrada.

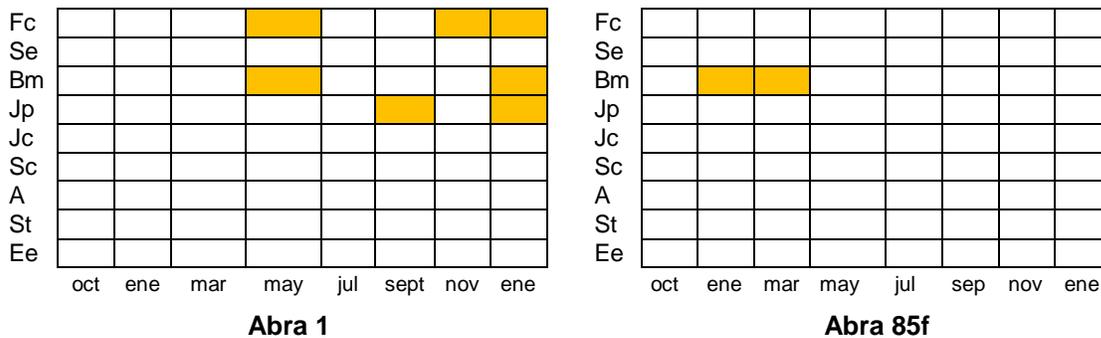


Figura 5.25. Abras sin vegetación y con agua registradas en octubre.

En enero de 2008 se registraron 19 abras vacías, 12 sin agua y las siete restantes con agua. El establecimiento de especies en el grupo de abras con agua de enero de 2008 (Figura 5.26) se inició con *B. maritimus*, *J. pilosa*. En algunas abras se registraron dos especies como primeras colonizadoras (*S. ebracteatus*, *B. maritimus* y *J. pilosa* en diferentes combinaciones). Ninguna de las especies que primero colonizan las abras sin vegetación y con agua se presenta en todas las abras, aunque su frecuencia relativa es alta.

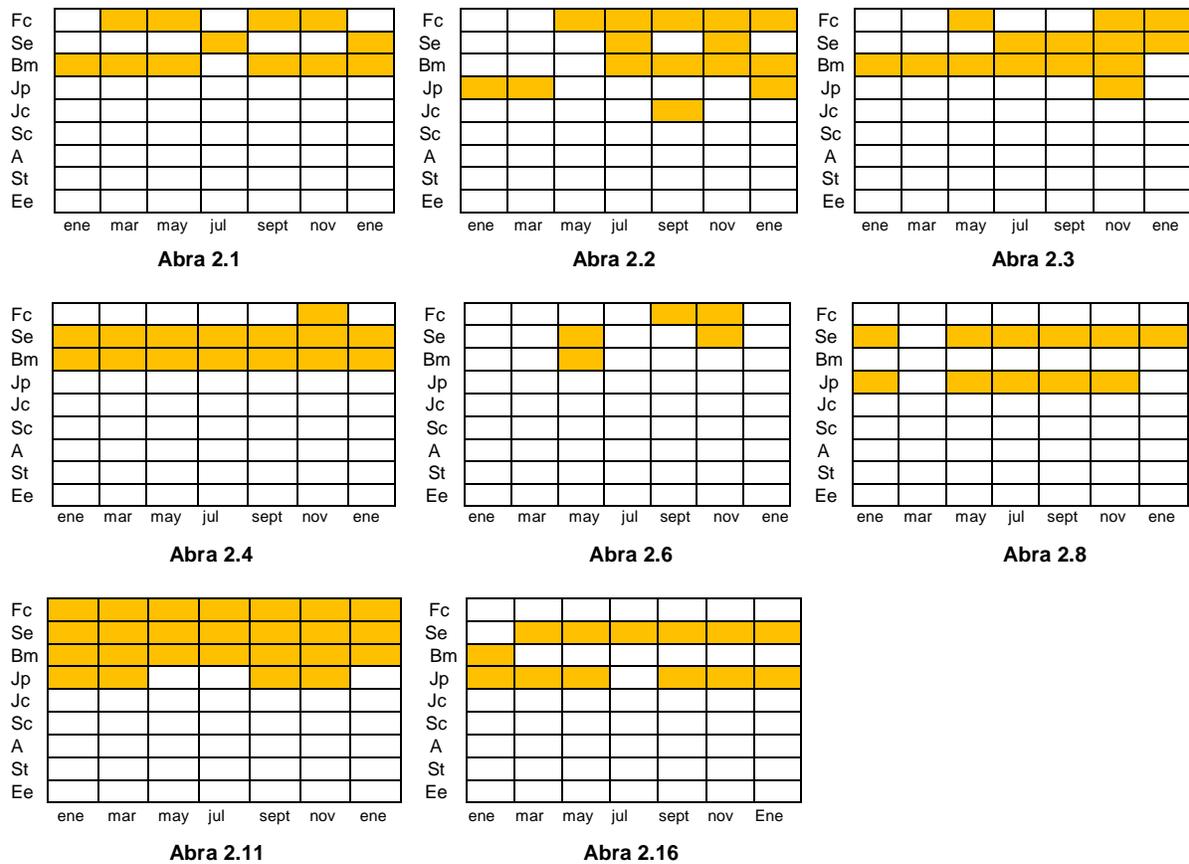


Figura 5.26 Abras nuevas con agua registradas en enero.

Samolus ebracteatus y *Bolboschoenus maritimus* son las especies que inician consistentemente la colonización de todas las abras sin vegetación y sin agua. Pueden iniciar la colonización independientemente una de otra, o bien las dos juntas e incluso en combinación con otras especies como *J. pilosa* (Figura 5.27). La mayoría de las abras con estas características son ocupadas inicialmente por dos especies. En las abras sin vegetación y sin agua no se observó nunca que

F. chlorifolia fuera la primera colonizadora, por el contrario, se estableció después o al mismo tiempo que *S. ebracteatus*.

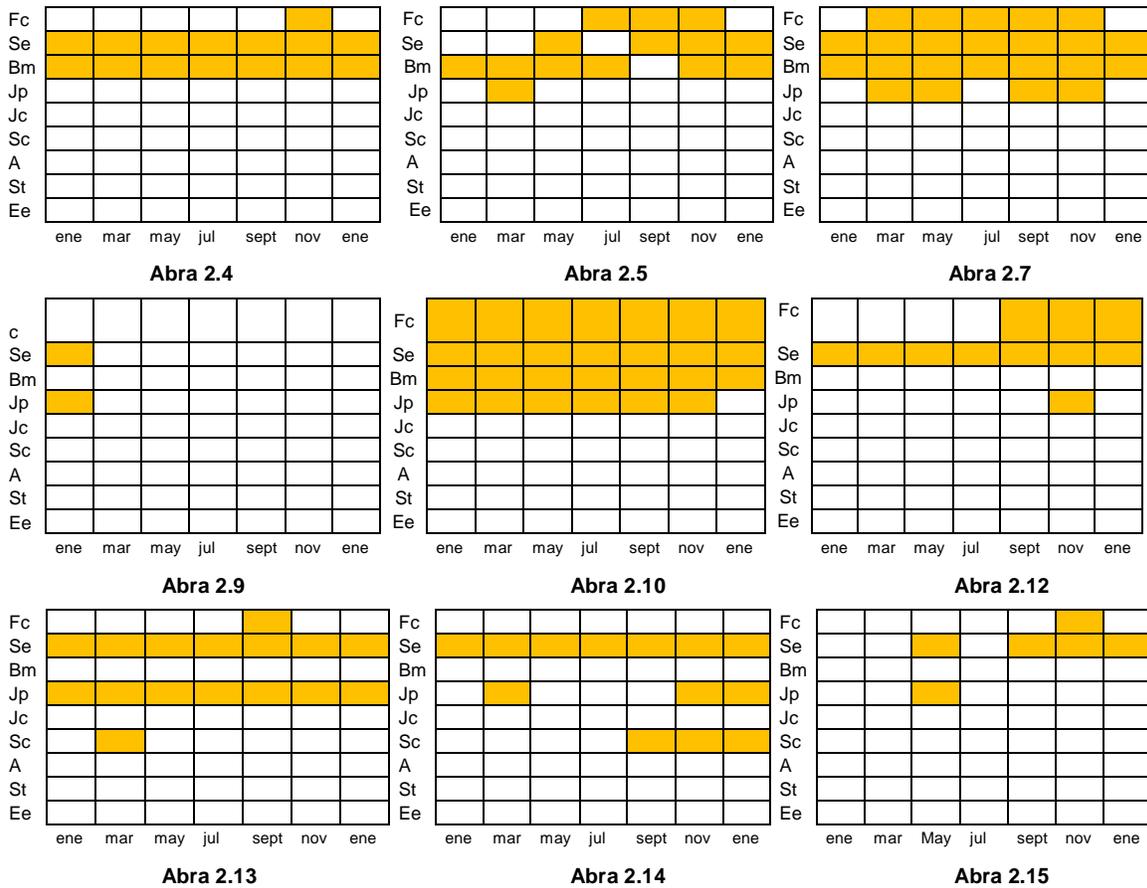
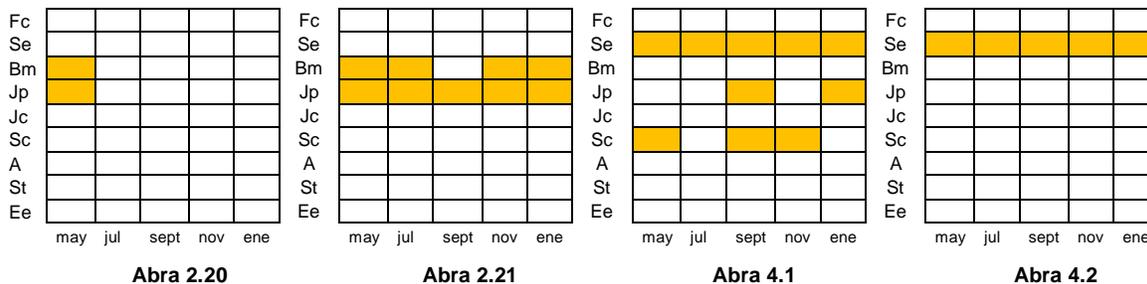


Figura 5.27. Abras nuevas sin agua registradas en enero.

En mayo de 2008 se registraron 12 abras nuevas todas sin agua y sin vegetación. Aunque no hay un patrón claro del orden de establecimiento de las especies en estas abras, sí hay que recalcar que *S. ebracteatus* y *J. pilosa* están en 11 de estas 12 abras (Figura 5.28).



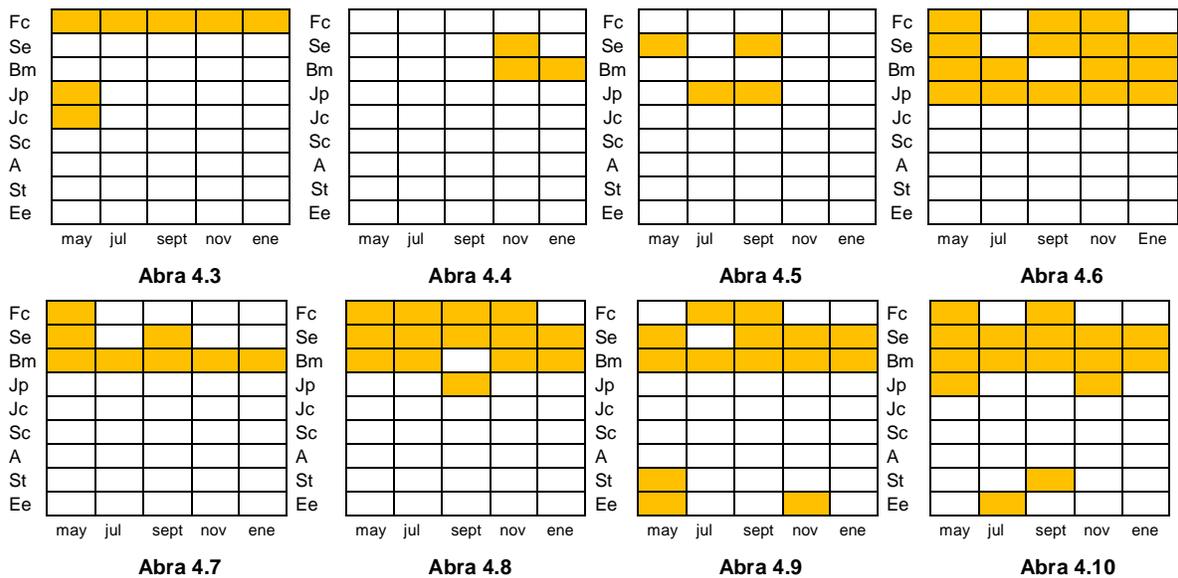


Figura 5.28. Abras nuevas sin agua registradas en mayo.

Durante julio de 2008 se registraron solo dos abras nuevas sin agua en cuyo interior sólo se encontró a *S. coahuilensis*. En el abra 5.1 sólo se registró una especie durante el mes de septiembre y posteriormente quedó vacía (Figura 5.29).

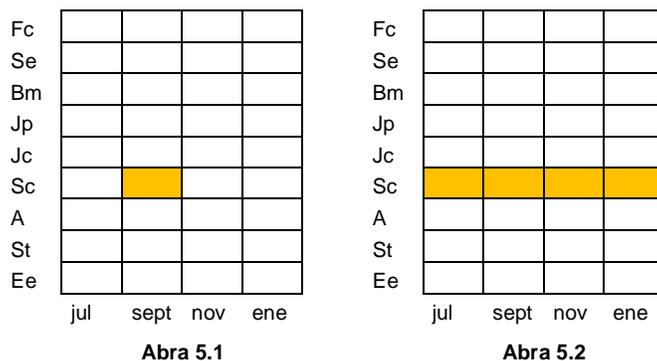


Figura 5.29 Abras nuevas sin agua registradas en julio.

Jouvea pilosa se registró en las abras con agua en septiembre de 2008. También se registró la presencia de *S. ebracteatus*, *F. chlorifolia*, *J. pilosa* y *B.maritimus*, *S. tuberculata*, aunque no se registraron a las cinco especies en las tres abras.

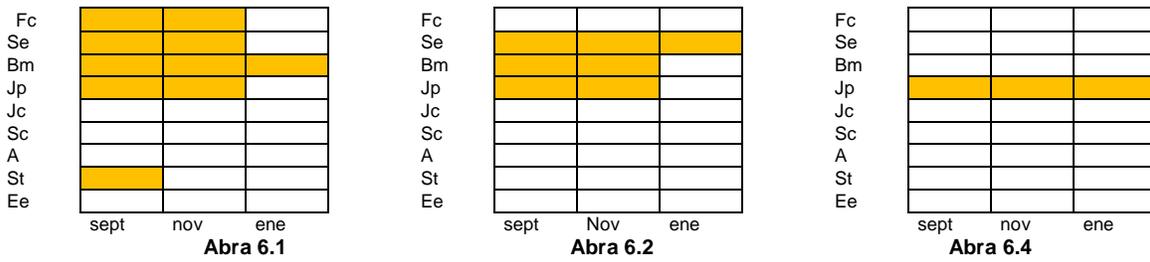


Figura 5.30. Abras nuevas con agua registradas en septiembre.

La mayoría de las abras sin agua y sin vegetación que se registraron como nuevas en septiembre de 2008 presentaron solo dos especies. Solo en una de las abras se registró la presencia de *J. carnosa*, *J. pilosa* y *S. ebracteatus*. *J. pilosa* se registró en todas las abras, en las que combinada con especies como *S. ebracteatus*, *F. chlorifolia* y *S. coahuilensis* constituía la vegetación de las abras sin agua de septiembre de 2008.

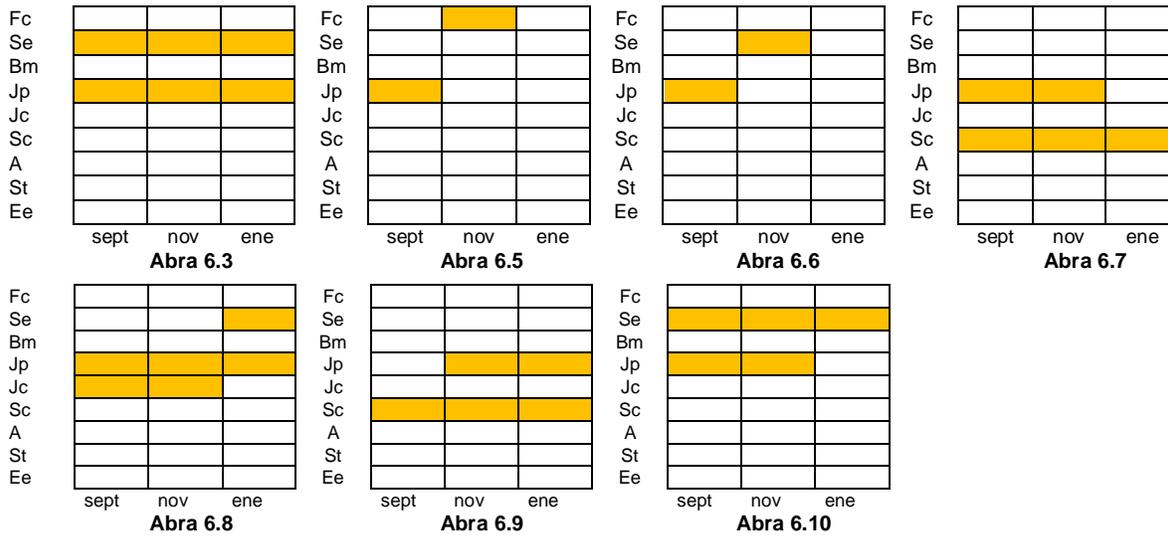


Figura 5.31. Abras nuevas sin vegetación y sin agua registradas en septiembre.

Durante noviembre de 2008 solo se registraron cuatro abras nuevas sin agua, y en todas se registró a *J. pilosa*, ya fuera sola o en presencia de *S. ebracteatus* o *B.maritimus*. En el caso del abra 7.2 durante el primer mes

registradas presentaban cuatro especies (*S. ebracteatus*, *B. maritimus*, *J. pilosa* y *J. carnosa*).

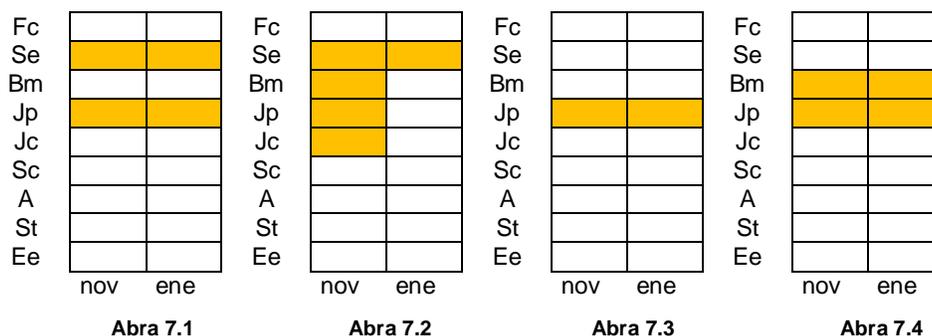


Figura 5.32. Abras nuevas sin agua registradas en noviembre.

En enero de 2009 se registraron tres abras nuevas dos de ellas con agua, una de ellas presentaba a *F. chlorifolia* y la otra a *B. maritimus* (Figura 5.38). El abra sin agua fue la 8.1 donde se registró a *F. chlorifolia* y a *B. maritimus* (Figura 5.33).

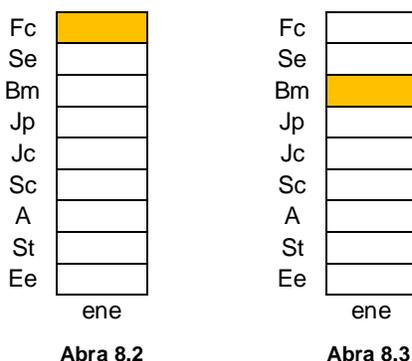


Figura 5.33. Abras nuevas con agua registradas en enero.

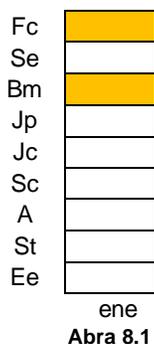


Figura 5.34. Abras nuevas sin agua registradas en enero.

5.8 Análisis de componentes principales

El análisis agrupó las variables en cuatro componentes, de los cuales dos (1 y 2) explicaban la mayor varianza. En la Tabla 5.3 se muestra la varianza explicada por cada componente así como la varianza total para cada uno de los meses.

Tabla 5.3. Varianza explicada por los dos primeros componentes principales a lo largo del tiempo

| Componentes | Tiempo | | | | | | | |
|-------------|---------|-------|-------|-------|-------|------------|-----------|-------|
| | Octubre | Enero | Marzo | Mayo | Julio | Septiembre | Noviembre | Enero |
| 1 | 0.498 | 0.514 | 0.485 | 0.466 | 0.465 | 0.475 | 0.457 | 0.485 |
| 2 | 0.268 | 0.265 | 0.269 | 0.283 | 0.284 | 0.268 | 0.257 | 0.261 |
| Total | 0.766 | 0.779 | 0.754 | 0.749 | 0.749 | 0.743 | 0.714 | 0.746 |

El componente uno se conforma por el nivel y la profundidad (i.e., y estas variables son las que tienen una mayor carga en el componente uno). El componente dos está representado por las distancias al río y por el área de las abras. Dado que la variación mensual fue muy poca (Tabla 5.3), sólo se muestra el comportamiento de estas variables en el mes de octubre, a modo de ejemplo.

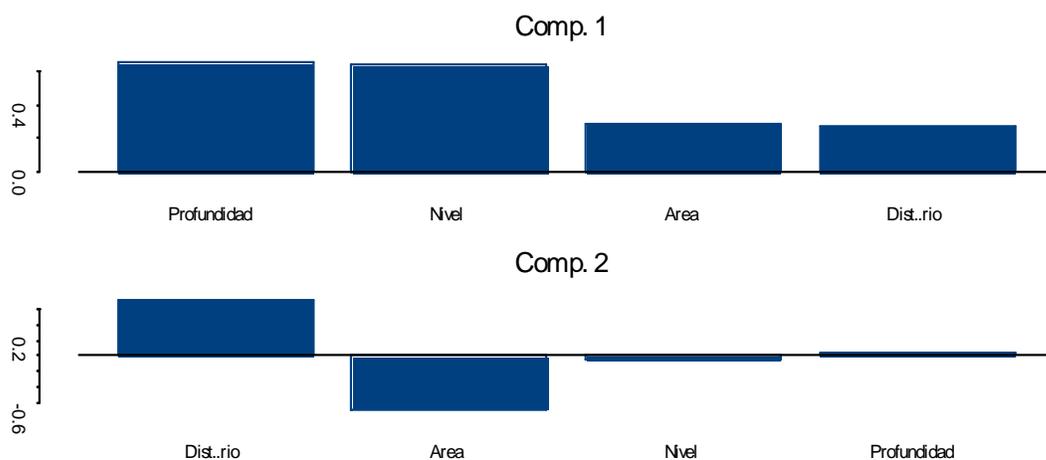


Figura 5.35. Variables que cargan a los componentes principales uno y dos para octubre de 2007.

El análisis de componentes principales no segregó a las abras en grupos claramente separados, como se puede observar en la figura 5.36, que representa la dispersión del mes de octubre de 2007. Aún así se realizaron los PCA de todos los meses a fin de buscar diferencias puntuales o estacionales que permitieran diferenciar a las abras entre sí. En cada uno de los análisis bimestrales se identificaron visualmente, de forma cualitativa, posibles grupos y se realizó un análisis de varianza para los diferentes grupos usando los valores del componente uno y también los del componente dos. Al realizar los análisis de varianza correspondientes, los grupos identificados de esta forma muestran diferencias significativas entre sí, pero no es posible establecer conclusiones definitivas con base en estos resultados. Por ello, los resultados obtenidos se muestran en Anexo III.

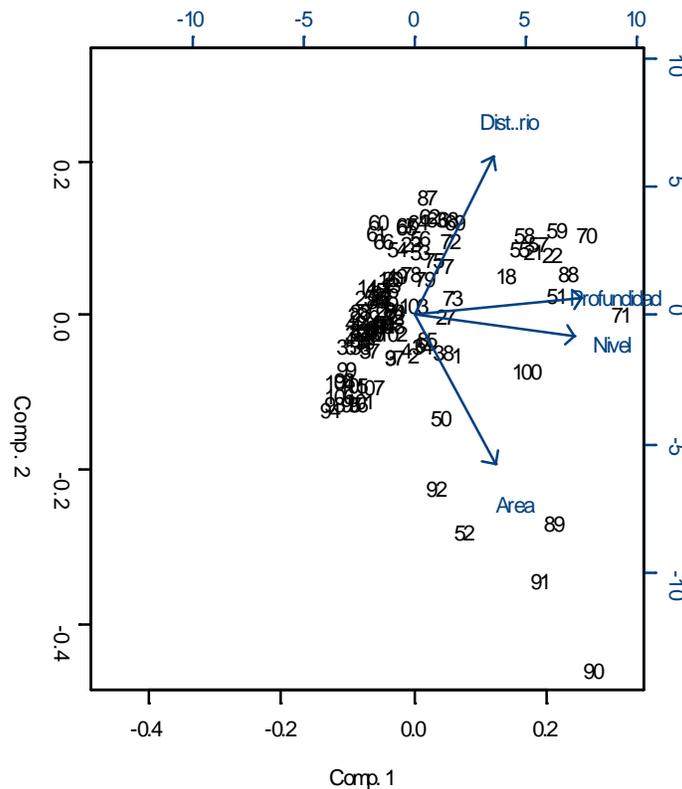


Figura 5.36. Gráfica de dispersión con base en los componentes principales 1 y 2. (Octubre de 2007).

6. Discusión

La apertura de hundimientos diferenciales en el sistema Churince se registró como un proceso continuo aunque con diferencias, pues durante los meses con la mayor precipitación registrada en el periodo de estudio (mayo de 2008 y septiembre de 2008) (Fig. 3.4) el número de abras nuevas fue mayor con respecto a los demás meses. A pesar de ser los meses con la mayor precipitación, se registraron los porcentajes más bajos de abras con agua en su interior, lo que nos sugiere que la apertura de nuevas abras está relacionada con la disminución de humedad en el suelo, como sucede con las grietas de desecación (Agueda, 1984).

Cada abra tiene características propias, pero al nivel al que se estudiaron en este trabajo no son suficientes como para diferenciar a las abras entre sí con base en sus características físicas ni biológicas. En este sentido, resulta necesario que en estudios posteriores se aborden las características microambientales como la cantidad y la calidad de luz, la composición del agua y su pH y las características microclimáticas (temperatura y humedad). Aun cuando los parámetros microclimáticos resultaran suficientes como para diferenciar a las abras, la distribución de las especies en estos hundimientos es homogénea y no denota presiones de selección con suficiente intensidad y especificidad como para determinar una distribución discreta. En términos generales, podemos decir que *B. maritimus*, que también ocupa los hábitats riparios, es indicadora de humedad, aunque esta característica no necesariamente es privativa de ella.

Las categorías de cobertura 1,2 y 4 que corresponden bajas coberturas, fueron más frecuentes durante los meses de enero de 2008 y enero de 2009. Esto se debe a que durante los meses fríos muchas de las especies perennes, como *F. chlorifolia*, utilizan como estrategia de sobrevivencia la pérdida de hojas y partes aéreas en general durante la estación desfavorable, con lo que su porcentaje de cobertura disminuye (Noy-Meir, 1973). Los diagramas de flujo estacionales de categorías de coberturas confirman esta idea, pues durante la temporada fría las diferentes categorías tienden a permanecer mientras que durante la temporada

cálida la tendencia es al crecimiento y a pasar a categorías de mayor cobertura. El incremento observado en el porcentaje de abras de categoría dos durante los meses fríos se explica de la misma manera.

En general la mayoría de las abras aumenta de tamaño y solo unas cuantas presentan una pérdida de superficie, que se asocia al movimiento del sustrato, que en ocasiones se acumula en los bordes y reduce el largo o el ancho del abra. En otras ocasiones, las plantas establecidas en la periferia de las abras erosionan los bordes, causando algunas veces la disminución de la profundidad de la misma. Otra causa de la disminución del tamaño de las abras es el paso de los burros y caballos que al pisar los alrededores de las abras ocasionalmente las hacen más pequeñas e incluso cierran algunas superficiales. Este proceso causó que tres abras se cerraran, sin embargo el paso de los animales puede tener el efecto inverso, pues se hunden en las partes más inestables y dejan orificios abiertos que se convierten en abras no distinguibles de aquellas formadas por hundimientos espontáneos del suelo. Estas abras abiertas por el peso de los animales también tienen por causa final la inestabilidad del subsuelo (Agueda 1984).

Los hundimientos diferenciales son microambientes con condiciones que facilitan el establecimiento de algunas especies. En este estudio se encontraron especies dentro de los microambientes que forman las abras y que no estaban cerca del sitio de estudio lo que contrasta de cierta manera con lo que Wells (1961) y Vasek (1980) establecen. Las abras son de cierta forma un archipiélago de microambientes, rodeados de una zona que podría fungir como fuente de especies, por lo que de acuerdo a lo previsto por estos autores sería de esperarse que las especies dominantes en las abras fueran características de la planicie circundante. Algunas especies sí se encuentran fuera de las abras, como *J. pilosa*, que se extiende por toda esa llanura, o *S. ebracteatus*, que ocupa una zona restringida en la que la humedad del suelo es mayor. *B. maritimus*, por su parte, es frecuente en las riberas del río y en los márgenes de los cuerpos de agua. Sin embargo, algunas especies no provienen directamente de la llanura en la que se

localizan las abras. Un ejemplo de esto es *Acacia* sp. No hay ejemplares de esta especie cerca de las abras, pero sus frutos son ingeridos por el ganado, que dispersa las semillas en sus heces fecales, y algunas llegan a germinar gracias a las condiciones más favorables prevalecientes en las abras.

Las primeras especies en establecerse (*S. ebracteatus* y *B. maritimus*) contrastan de cierta forma con las características esperadas para las especies pioneras que se establecen en ambientes perturbados (Odum, 1969; Margalef, 1979, Grime, 1977, Silvertown et al., 1993; Begon et al, 2003), pues son perennes y clonales, y tienen ciclos de vida complejos. Estas características podrían esperarse, ortodoxamente, en especies sucesionales tardías. Por ello, es más correcto considerarlas colonizadoras y no pioneras en sentido estricto. Por el contrario, las últimas en establecerse en las abras son las especies anuales con características que podrían esperarse más en especies sucesionales tempranas. Este patrón de colonización observado puede deberse a que las primeras especies en establecerse fueron las más cercanas a la zona de estudio, que al ser en su mayoría clonales les permite una búsqueda más eficiente de nuevos micrositios.

Aunque se reconocieron diferentes grupos de especies en el análisis del patrón de colonización, lo único que podemos aseverar es que *S. ebracteatus* y *B. maritimus* son generalmente las primeras en establecerse. Sin embargo, es necesario reconocer que el periodo de muestreo abarcado por este estudio puede ser demasiado corto como para que los patrones temporales sean evidentes. Esta consideración es particularmente relevante sobre todo porque en las zonas áridas los procesos son más lentos, y los cambios son pocos. (Shreve, 1942; Muller, 1940), además de que existen diferencias entre los años secos y los húmedos (Noy-Meir 1973).

Autores como Shreve (1942) postulan que la sucesión no puede ocurrir en los desiertos, y que los que se presentan son eventos puntuales de colonización

de microhabitats específicos. Sin embargo, Montaña (1992) asegura que sí es posible que haya procesos sucesionales, y describe la ocupación de sitios específicos del Desierto Chihuahuense en los que se acumula agua de lluvia. Estos sitios son ocupados por arcos de vegetación que se forman por un proceso de reemplazo florístico que es sucesional. Aunque son de origen distinto, los arcos de vegetación y las abras comparten una característica fundamental, que es la presencia de agua que permite el establecimiento y el reclutamiento de las plantas. A diferencia de lo observado por este autor, en el período de estudio se observó que en las abras hay una secuencia que se inicia con *B. maritimus* y *S. ebracteatus*, pero no se observó un proceso de reemplazo florístico, pues no se registró ningún caso en el que la presencia de una especie implicara la ausencia de otra. Por el contrario, lo que se registró, en términos generales, fue una acumulación de especies. Por ello, podemos decir que en el interior de las abras se da un proceso de colonización correspondiente a las primeras etapas de un proceso sucesional, que es rápido en un principio y que se va volviendo más lento conforme las condiciones de la vegetación que las ocupa se estabilizan.

Dado que las abras son inestables, pues las condiciones en su interior varían estacionalmente y además dependen del comportamiento del agua y la humedad que presentan, es de esperarse que con el paso del tiempo se presenten variaciones en la vegetación que las cubre. Si bien la colonización de las abras depende de los propágulos provenientes de las partes circundantes, ya sean cercanas o lejanas, queda por definir si funcionan como centros de nucleación a partir de los cuales algunas especies puedan salir hacia otros microhabitats, que pueden ser o no cercanos. Entre ellos se encuentran, desde luego, otras abras de formación reciente.

La matriz proyección anual de tamaño indica que con el paso del tiempo predominarán las abras más grandes (categoría 7). Esto indica que la inestabilidad de la zona es considerable, y que sus consecuencias incluyen la apertura de abras a tasas aceleradas. A este ritmo, la zona de estudio terminaría previsiblemente

atravesada por numerosas abras de gran tamaño, por las que el agua del río y la laguna se estaría perdiendo, sin embargo si la tendencia a la pérdida del agua se mantiene cabe también la posibilidad de que la formación de abras se detenga y que las existentes se sequen progresivamente, con lo cual se generaría un escenario completamente diferente al que se desprende de la proyección utilizada. Es necesario hacer hincapié que las proyecciones que este tipo de modelos hacen solo se cumplen si las condiciones a partir de las cuales se construye la proyección prevalecen a lo largo del tiempo. Cualquier acción de conservación (o de restauración) del Sistema Churince o de alguna de sus partes debe tener esto en cuenta. Las abras son, sin duda, un indicador de la salud de este ecosistema. Si bien la apertura ocasional de este tipo de estructura es común en las zonas áridas, su aparición más acelerada debe ser considerada como una señal de alarma que no puede ser ignorada si se trata de conservar esta importante zona. Los resultados de este estudio muestran que las abras son, en sí, indicadoras de salud ambiental al mismo tiempo que representan un sistema de alerta temprana.

Cabe mencionar que en agosto de 2009 la Laguna Grande y la parte del río Churince que atraviesa la zona de estudio estaba completamente seca, y los niveles de agua las otras partes del sistema mostraban niveles muy bajos. Si bien agosto es el mes más caliente del año, y con ello el de mayor evaporación, esta desaparición de los cuerpos de agua era esperable dada la gran cantidad de abras nuevas que se registraron durante el periodo que abarcó nuestro estudio. Aún cuando los cuerpos de agua, en particular los de mayores dimensiones, presentan una variación intermitente de volumen, asociadas a los cambios estacionales, la pérdida de toda el agua y la aparición de grietas de desecación no tiene precedentes. Lamentablemente, la proyección elaborada con los datos obtenidos permitía prever una gran inestabilidad asociada a la pérdida del agua, de la cual las abras son indicadoras. Este proceso hace necesario hacer hincapié en que el agua es muy importante en el control de procesos biológicos en este tipo de sistemas, y la desestabilización de los sistemas hídricos está asociada a la

pérdida de diversidad (Noy-Meir I., 1985), y de los servicios ambientales en general.

7.- Conclusiones

- La apertura de abras es un proceso constante, que varía estacionalmente, y puede estar relacionada con la pérdida de agua.
- La pérdida del agua del Sistema Churince, está asociada al mal uso del agua, aunque no es posible ahondar en los procesos hidrológicos asociados puesto que se desconocen los detalles del sistema de estudio.
- Los hundimientos diferenciales tienden a incrementar su tamaño, y a la cobertura y el número de especies presentes también tienden a ser mayores con el paso del tiempo.
- Las abras tienen un comportamiento estacional: disminuyen su cobertura en la temporada fría y aumentan su tamaño, así como el número de especies durante la temporada cálida.
- Las especies que se establecen en estos microambientes son 7, forman 4 grupos de acuerdo a la frecuencia con que se encuentran en las abras. Las especies más frecuentes son *S. ebracteatus* y *B.maritimus*. que además son las primeras colonizadoras. La primera especie es más importante que todas las demás, seguida por un grupo que incluye a *B. maritimus*, *J. pilosa* y *F. chlorifolia*. El tercer grupo está conformado por *J. carnosa* y *S. coahuilensis*. El último grupo corresponde a las dos especies anuales (*E. exaltatum* y *S. tuberculata*) y a las plantas de la especie perenne de *Acacia* sp., las cuales cuentan con semillas de fácil dispersión dado su reducido tamaño, y tienen características que les permiten ser colonizadoras exitosas de estos microambientes.
- *S. ebracteatus* se establece fácilmente en abras muy húmedas, con agua en el fondo, y también en abras relativamente secas, además de ser frecuente y abundante en la planicie en la que se encuentran los hundimientos. Por su parte, *B. maritimus* lo hace en abras más húmedas o con agua en su interior.
- No fue posible establecer un patrón claro de colonización en el intervalo tiempo abarcado por este estudio, por lo cual es necesario continuar con este monitoreo para poder establecerlo.

- A la escala en la que se realizó este estudio, las características de las abras no son suficientes para diferenciarlas discretamente.
- Los hundimientos diferenciales deben considerarse como sistemas de alerta temprana pues reflejan la pérdida de humedad de cuerpos de agua en zonas áridas.
- A la escala espacial que representan los hundimientos diferenciales con respecto al sistema es posible hablar de un proceso de colonización de microambientes y de sucesión temprana. Insistimos en la necesidad de prolongar el periodo de monitoreo para poder establecer los patrones temporales a largo plazo.
- Finalmente, es necesario insistir en que las acciones tomadas hasta el momento para la protección del Área Natural Protegida del Valle de Cuatrociénegas han sido insuficientes, especialmente en lo que al manejo del agua dentro y fuera del valle se refiere. Las evidencias biológicas (Souza et al. 2004) son suficientes para tomar decisiones firmes al respecto, aún cuando los informes oficiales establezcan que no hay un flujo continuo de agua entre el acuífero de la zona protegida y los valles circundantes. Es lamentable que los esfuerzos de conservación realizados por las instancias gubernamentales y las de la sociedad civil se pierdan, poniendo en riesgo a una zona de gran valor, por favorecer intereses privados cuyas acciones no están respaldadas por conocimientos sólidos y confiables.

Literatura citada

- Agueda-Villar J.A. 1983. Geología. Editorial Rueda. Madrid, España. 528 pp.
- Alvarez-Buylla E.R., M. Martínez-Ramos. 1992. Demography and allometry of *Cecropia obtusifolia*, a neotropical pioneer tree, an evaluation of the climax, pioneer paradigm for tropical rain forest. *Journal of Ecology*. 80: 275-290.
- Bailey H.P. 1979. Semi-arid climates: *Their definition and distribution*. En *Agriculture in semi-arid environments*, Editores A.E.Hall, G.H. Cannell, H.W. Lawton. Editorial Spinger-Verlag. Nueva York, Estados Unidos de América. 73-97.
- Begon M., J. Harper, C. Townsend. 2003. *Essentials of Ecology*. Blackwell Publishing. California, Estados Unidos de América. 530 pp.
- Caswell H. 2001. *Matrix population models: construction, analysis, and interpretation*. Siunauer edit. Massachusetts, Estados Unidos de América. 722 pp.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). Sección de conocimiento. Regionalización. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_048.html. Consultada en enero de 2009.
- COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2007. Sección emaps. Mapa de áreas naturales protegidas. <http://www.cnf.gob.mx:81/emapas/>. Consultada en noviembre de 2007.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CNA). 1998. *Metodologías para la estimación de la disponibilidad del agua*. Gerencia de planeación hidráulica. México, D.F.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP). 1999. Plan de manejo 2003-2006

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP). 2006. Área de Protección de Flora y Fauna de Cuatrociénegas. Sistema de monitoreo de Cuerpos de agua. 2003-2006.

Connell J.H., R.O. Slatyer. 1977. *Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization*. The American Naturalist. 111(982): 1119-1144.

Cowles H.C. 1899. *The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of the Lake Michigan*. Botanical Gazzette. 27:95-117.

Desert Fishes Council. Sección de Cuatrociénegas. <http://www.desertfishes.org/cuatroc/organisms/organisms.php>. Consultada en agosto de 2009.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 1994. Decreto del Área Natural Protegida: Área de protección de flora y fauna Cuatrociénegas. México.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2003. Reporte del estudio hidrogeológico de los acuíferos El Hundido y Cuatrociénegas. (<http://dof.gob.mx/index.php?year=2003&month=11&day=03>) Consultada en febrero de 2009.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2007. Ampliación del ANP de cuatrociénegas. (<http://dof.gob.mx>) Consultada en febrero de 2009.

Drury W.H., Nisbet, I.C.T. 1973. *Succession*. Journal of the Arnold Arboretum. Vol. 54 (3). 331-368 pp.

Enciso A. 2002. *La siembra de alfalfa amenaza con romper el equilibrio ecológico de la zona. La reserva de Cuatrociénegas, en riesgo por la expansión agrícola*. Periódico La Jornada. Sección sociedad y justicia. Publicado el 12 de Noviembre de 2002. México.

- Enciso A. 2006. *Agota la industria lechera el agua de la zona protegida Cuatrociénegas*. Periódico La Jornada. Publicado el 12 de agosto de 2006. México.
- Evans S.B. 2005. Using chemical data to define floor systems in Cuatro Cienegas, Coahuila, México. Tesis de maestría. The University of Texas at Austin. Ciudad 127 pp.
- Gotelli N.J. 2008. *A primer of Ecology*. 4ta. Edición. Editorial Sinauer. Massachusetts, EUA. 291 pp.
- Grieg-Smith P. 1979. *Pattern in vegetation*. Journal of Ecology 67, 755-779 pp.
- Grime J.P. 1977. *Evidence for the existence of three primary strategies in plants and relevance to ecological and evolutionary theory*. The American naturalist. Volumen 3. 982:1169-1194.
- Fowler N. 1986. *The role of competition in plant communities in arid and semiarid regions*. Annual Review of Ecology and Systematics 17, 89-110 pp.
- Hair J.A., Ralph T.R., Grablovsky B. 1979. *Multivariate analysis*, Petroleum Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, EUA.
- Hernández-Apolinar M.T., Valverde T., Purata S. 2006. *Demography of Bursera glabrifolia, a tropical tree used for folk woodcrafting in Southern Mexico: an evaluation of its management plant*. Ecology and Management. 223: 139-151.
- Hibbs D. E. 1983. *Forty years succession in central New England*. Ecology, Vol. 64, No. 6. 1394-1401 pp.
- Honorato R. 2000. *Manual de edafología*. Editorial Alfaomega. México. 267 pp.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 2005. *Estudio hidrogeológico de los acuíferos El Hundido y Cuatrociénegas, Coahuila*. 314 pp.

- Instituto Nacional de Ecología (INE). 1999. Programa de manejo del área de protección de flora y fauna Cuatrociénegas. INE-SEMARNAT. México, D.F., México. 166 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1968. Mapa geológico del Valle de Cuatrociénegas.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2000. Información del Municipio de Cuatrociénegas de Carranza.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005. *Estudio hidrológico de los acuíferos, El Hundido y Cuatrociénegas, Coahuila, México*. Elaborado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). México.
- Kassas M. 1952. *Habitat and plant communities in the Egyptian Desert. I. Introduction*. Journal of Ecology 40(2) 342-351 pp.
- Krebs C.J. 1978. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Segunda Edición. Harper and Row. New York, EUA. 678 pp.
- Kocurek G., Carr M., Ewing R., Hauholm K.G., Nagar Y.C., Singhvi A.K. 2007. *White sands dune field, New Mexico age, dune dynamics and recent accumulations*. Sedimentary Geology. Volumen 197 (3-4) 313-331 pp.
- Langford R.P. 2003. *The holocene history of the White sands dune field and influences on eolian deflation and playa lakes*. Quaternary International. Volumen 104 (1) 31-39 pp.
- Lasso M. 1988. *Caracterización de los suelos del Valle de Cuatrociénegas*. Universidad autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ingeniería. Departamento de Suelos, (Inédito).

- León R. 1991. *Nueva edafología: Regiones tropicales y áreas templadas de México*. Editorial Fontamara. Ciudad? Distrito Federal, México. 366 pp.
- López F. 2003. *Los acuíferos que las abastecen estarían comunicados con valles de forrajes. En entredicho, seguridad de especies milenarias en Coahuila*. Periódico La Jornada. Sección estados. Publicado el 29 de octubre de 2003. México.
- MacArthur R.H., Wilson E.O. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. EUA. 203 pp.
- Mandujano, M. C., Montana C., Mendez I., & J. Golubov. 1997. *The relative contributions of sexual reproduction and clonal propagation in Opuntia rastrera from two habitats in the Chihuahuan desert*. Journal of Ecology. 86: 911-921.
- Mandujano M.C., Rosas B.D. 2001. La vegetación de las bajadas en el Bolsón de Cuatrociénegas, Coahuila, México. En XV Congreso de la Sociedad Botánica de México. Queretaro, México
- Mandujano M.C. 2007. *La clonalidad y sus efectos en la biología de poblaciones*, en L. Eguiarte, V. Sousa y X. Aguirre. Ecología Molecular. Instituto Nacional de Ecología. México. Pp 215-250
- Margalef R. 1979. *Perspectivas de la Teoría ecológica*. Editorial Blume. Barcelona, España. 110 pp.
- McAuliffe 1988. Markovian dynamics of simple and complex desert plant community. The American Naturalist. Vol. 131, No. 4. Pp. 459-490.
- Mickley W.L., Cole G.A. 1968. *Preliminary limnologic information on waters of the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, México*. The Southwest Naturalist 13 . 421-431.

- Mickley W.L. 1969. *Enviroments of the Bolsón of Cuatro Ciénegas, Coahuila, México, with special reference to the aquatic biota*. University of Texas El paso. Science series. Texas Western Press. El paso, Texas. EUA.
- Montaña C., López-Portillo J., Mauchamp A. 1990. *The response of two woody species to the conditions created by a shifting in an arid ecosystem*. Journal of Ecology 78, 789-798 pp.
- Montaña C. 1992. *The colonization of bare areas in two-phase mosaics of an arid ecosystem*. Journal of Ecology 80, 315-327 pp.
- Mooser F. 2004. *Los acuíferos de Cuatrociénegas y El Hundido*. Reporte técnico entregado al INE. D.F. México.
- Muller C.H. 1940. Plant succession in the *Larrea flourensia* climax. Ecology 21:206-212.
- Noy-Meir I. 1973. *Desert ecosystems: environment and producers*. Annual review of Ecology and Systematics, Vol. 4. Pp 25-51.
- Noy-Meir I. 1985. *Desert ecosystem structure and function*. En Everari, M. (ed) Hot deserts and arid shrublands. Elsevier, Amsterdam. 93-103 pp.
- Odum E.P. 1969. *The strategy of ecosystem development*. Science 10: 262-270.
- Peet R.K., N.L. Christensen.1980.*Succession: a population process*. Vegetation 43: 131-140.
- Pérez A. 2002. *Permite la Semarnat la actividad agrícola en El Hundido, Coahuila*. Periódico La Jornada. Sección Estados. Publicado el 29 de Noviembre de 2002. México.
- Pianka E.R. 1972. *r and K selection or b and d selection?*. The American Naturalist 106 (951) : 581-588.

- Pickett S.T.A., S.L. Collins y J.J. Armesto. 1987. *Models, mechanism and pathways of succession. Botanical Review* 53:335-371
- Pickett S.T.A., White P.S. 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, New York, EUA.
- Pinkava D. 1984. Vegetation and flora of the Bolson of Cuatro Ciénegas region Coahuila, México: IV. Summary, endemism and corrected catalogue. *Journal of the Arizona Nevada Academy of Science* **19**: 23-47.
- Pisanty I., Zaragoza R. 2006. *Memorias del Foro nacional de Cuatrociénegas . Jiutepec, Morelos. México.*
- Polis G.A. 1991. *The ecology of Desert communities*. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 1-53 pp
- Putman R.J. 1994. *Community ecology*. Chapman & Hall. Londres, Inglaterra. 173 pp.
- Platt W.J., Conell J.H. 2003. *Natural disturbances and directional replacement of species*. Ecological monographs. 73 (4): 507-522.
- Rand T.A. 2000. *Seed dispersal, habitat suitability and the distribution of halophytes across a salt marsh tidal gradient*. Journal of Ecology 88, 608-621 pp.
- Ramon R. 2004. *Clausuran 12 pozos explotados por Grupo LALA en Cuatro Ciénegas, Coahuila*. Periódico La Jornada. Sección estados. Publicado el 3 de junio de 2004. México.
- Restrepo I. 2002. Cuatro ciénegas: joya natural en peligro. *La Jornada* 11 de noviembre de 2002, México.

- Regehr D.L., Bazzaz F.A. 1979. On the population dynamics of *Erigeron canadensis*, a successional winter annual. *Journal of Ecology*. 67(3) 923-933 pp.
- Ricklefs R.E. 1987. *Community diversity: relative roles of local regional processes*. *Science* 253: 167-171.
- Ricklefs R.E. 1996. *Ecology*. W.H. Freeman and Company Press. Nueva York. Estados Unidos de América. 896 pp.
- Shreve F. 1942. The desert vegetation of North America. *Botanical Review* 8:195-246
- Silvertown J.W., Lovett-Doust J.C. 1993. *Introduction to plant population biology*. Editorial Oxford: B. Blackwell scientific. EUA. 210pp.
- Souza V., Escalante A.E., Espinoza L., Valera A., Cruz A., Eguiarte E., Pichel F.G., Elser J. 2004. *Cuatro Ciénegas un laboratorio natural de astrobiología*. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. *Revista Ciencias* 75: 4-12
- Souza V., Espinosa-Asuar L., Escalante A.E., Eguiarte L.E., Farmer J., Forney L., Lloret L., Rodríguez-Martínez J.M. Soberón X., Dirzo R., Elser J.J. 2006. *An endangered oasis of aquatic microbial biodiversity in the Chihuahuan desert*. *Proceedings of the national academy sciences (PNAS)*. No. 17. Vol. 103. 6565 – 6570 pp.
- Szynkiewicz A., Ewing R.C., Moore C.H., Glamoclija M., Bustos D., Pratt L.M. 2009. *Origin of terrestrial gypsum dunes, implications for martian gypsum-rich dunes of Olympia Undae*. *Geomorphology*. En prensa.
- Tabachnick B. y L. Fidell. 2001. *Using multivariate statistics*. 4ta Edición. Allyn and Bacon. EUA. 966 pp.

- Temperton V.M., Hobbs R.J., Nuttle T., Halle S. 2004. *Assembly rules and restoration ecology : Bridging the gap between theory and practice*. Island Press. The science and practice of ecological restoration series. Volumen 5. 34-54 pp.
- Tonway D.J., J.A. Ludwig. 1990. *Vegetation and soil patterning in semi-arid mulga lands of Eastern Australia*. Australian Journal of Ecology 15, 23-34 pp.
- Uhl C., Clarck H., Murphy P. 1981. Early plant succession of the Amazonian Basin. Journal of Ecology. 69: 631-641.
- Vasek F.C. 1980. *Soil characteristics associated with a primary plant succession on a Mojave desert dry lake*. Ecology 6(5) 1013-1018 pp.
- Valverde M.T., J. Silvertown. 1997. *A metapopulation model for Prima vulgaris, a temperate forest understory herb*. Journal of Ecology 85(2) 193-210 pp.
- Vega P. E. V. 2005. *Importancia de Hilaria mutica en los arcos de vegetación de la Reserva de la biofera de Mapimí, Durango*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Villarreal Q.J.A. y Encina D.J.A. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Botánica Mexicana* 70: 1-46.
- Wells P.V. 1961 Succession in desert vegetation on streets of a Nevada ghost town. Science 134: 670-671.
- Went F.W. 1949. Ecology of desert plants II. The effect of rain and temperatura on germination and growth. Ecology 30:1-13.
- Zhuang X.Y., Corlett R. T. 1997. *Forest and Forest Succession in Hong Kong, China*. Journal of Tropical Ecology, Vol. 13, No. 6, pp. 857-866

6.8
6.7
6.6

4.1
2.14
2.11
2.13
2.18
4.2
6.9
2.15
2.12

80

97

5.2

96

98

99

100

93
91
92
83
84
6.5
85
87
88
89
90
6.4

2.19

6.2

6.1

2.16

2.17

Anexo II

COBERTURA

Matrices bimestrales

OCTUBRE 2007

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|------------|---|------|--------|--------|--------|--------|-----|--------|
| ENERO 2008 | 1 | 0.75 | 0.2308 | 0.0769 | 0.0870 | 0.1176 | 0 | 0.0938 |
| | 2 | 0 | 0.3077 | 0 | 0.0435 | 0.1176 | 0.2 | 0.0938 |
| | 3 | 0.25 | 0.3077 | 0.6154 | 0.4348 | 0.2353 | 0.2 | 0 |
| | 4 | 0 | 0.0769 | 0.1538 | 0.3043 | 0.2353 | 0.4 | 0.0625 |
| | 5 | 0 | 0 | 0.0769 | 0.0435 | 0.1176 | 0.2 | 0.1875 |
| | 6 | 0 | 0.0769 | 0 | 0.0435 | 0.1176 | 0 | 0.2188 |
| | 7 | 0 | 0 | 0.0769 | 0.0435 | 0.0588 | 0 | 0.3438 |

ENERO 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| MARZO 2008 | 1 | 0.7143 | 0 | 0.0714 | 0 | 0 | 0 | 0.1250 |
| | 2 | 0.0714 | 0.2727 | 0 | 0.1250 | 0.0909 | 0 | 0 |
| | 3 | 0.0714 | 0.2727 | 0.3214 | 0.0625 | 0 | 0 | 0.0625 |
| | 4 | 0.0714 | 0.0909 | 0.2500 | 0.3750 | 0.0909 | 0.1818 | 0.0625 |
| | 5 | 0 | 0.0909 | 0.2857 | 0.1875 | 0.5455 | 0.3636 | 0.3125 |
| | 6 | 0 | 0.0909 | 0.0714 | 0.1250 | 0.1818 | 0.0909 | 0.0625 |
| | 7 | 0.0714 | 0.1818 | 0 | 0.1250 | 0.0909 | 0.3636 | 0.3750 |

MARZO 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|-----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| MAYO 2008 | 1 | 0.1429 | 0 | 0.0667 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.0714 | 0 | 0.0667 | 0.1053 | 0.0370 | 0 | 0 |
| | 3 | 0.0714 | 0 | 0.0667 | 0.0526 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0.4286 | 0.4286 | 0.2667 | 0.2632 | 0.1481 | 0 | 0 |
| | 5 | 0.1429 | 0.2857 | 0.3333 | 0.2632 | 0.2593 | 0.3333 | 0.1250 |
| | 6 | 0 | 0.1429 | 0.1333 | 0.1053 | 0.2222 | 0.4444 | 0.0625 |
| | 7 | 0.1429 | 0.1429 | 0.0667 | 0.2105 | 0.2963 | 0.2222 | 0.8125 |

qx 0.0370

MAYO 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|------------|---|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| JULIO 2008 | 1 | 0.6667 | 0 | 0 | 0.0455 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.3333 | 0.2 | 0.6667 | 0.0455 | 0 | 0.1250 | 0.0968 |
| | 3 | 0 | 0.2 | 0 | 0.2273 | 0.1154 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0.2 | 0.3333 | 0.4091 | 0.2692 | 0.1250 | 0.0645 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0.1364 | 0.5 | 0.1875 | 0 |
| | 6 | 0 | 0.2 | 0 | 0.0455 | 0.0769 | 0.4375 | 0.2903 |
| | 7 | 0 | 0.2 | 0 | 0.0909 | 0.0385 | 0.1250 | 0.5484 |

JULIO 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|-----------------|---|--------|---|--------|--------|--------|------|--------|
| SEPTIEMBRE 2008 | 1 | 0.6667 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.3333 | 0 | 0.1111 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 0.1111 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0.25 | 1 | 0.4444 | 0.4545 | 0.1579 | 0 | 0.0435 |
| | 5 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.5 | 0.6316 | 0.15 | 0.0435 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1579 | 0.35 | 0.0870 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0.0455 | 0.0526 | 1 | 0.8261 |

SEPTIEMBRE 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|----------------|---|---|-----|---|--------|--------|--------|--------|
| NOVIEMBRE 2008 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 1 | 0.5 | 0 | 0.0870 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0.5 | 0 | 0.2174 | 0.0303 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 1 | 0.3043 | 0.2727 | 0.0714 | 0.0323 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0.3043 | 0.4545 | 0.2857 | 0.1935 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1818 | 0.5 | 0.1935 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0.0435 | 0.0606 | 0.1429 | 0.5806 |

NOVIEMBRE 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|------------|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ENERO 2009 | 1 | 1 | 0.6667 | 0 | 0.0526 | 0.0313 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0.3333 | 0 | 0.1053 | 0.0625 | 0 | 0.0435 |
| | 3 | 0 | 0 | 0.2857 | 0.0526 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0.4286 | 0.5263 | 0.3750 | 0.2632 | 0.2174 |
| | 5 | 0 | 0 | 0.2857 | 0.2632 | 0.3438 | 0.3684 | 0.1739 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1250 | 0.2632 | 0.1304 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0625 | 0.1053 | 0.4348 |

Matrices bimestrales (abras nuevas)

ENERO 2008

| | | | | | | | |
|------------|---|---|-----|---|--------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| MARZO 2008 | 1 | 1 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0.6667 | 0.2 | 0.5 |
| | 5 | 0 | 0.2 | 0 | 0 | 0.2 | 0 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.2 | 0 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.5 |

MARZO 2008

| | | | | | | | |
|-----------|---|------|-----|---|---|-----|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| MAYO 2008 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.25 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0.25 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 | 0.25 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 0 |
| | 6 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 1.0000 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6667 |

MAYO 2008

| | | | | | | | |
|------------|---|---|-----|---|--------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| JULIO 2008 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.3333 | 0 | 0.2 |
| | 2 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0.4 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0.1667 | 0.1 | 0 |
| | 4 | 0 | 0.5 | 1 | 0.3333 | 0.6 | 0 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0.1667 | 0 | 0.2 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.2 |

JULIO 2008

| | | | | | | | |
|-----------------|---|--------|--------|-----|--------|--------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| SEPTIEMBRE 2008 | 1 | 0.2857 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.2857 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0.0909 | 0 | 0 |
| | 4 | 0.1429 | 0.3333 | 0 | 0.1818 | 0.3333 | 0 |
| | 5 | 0.2857 | 0.6667 | 0.5 | 0.7273 | 0.5 | 0 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1667 | 1 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

SEPTIEMBRE 2008

| | | | | | | | |
|----------------|---|-----|--------|---|--------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| NOVIEMBRE 2008 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0 |
| | 2 | 0 | 0.5 | 0 | 0.2222 | 0.05 | 0 |
| | 3 | 0.5 | 0.1667 | 0 | 0 | 0.1 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0.4444 | 0.2 | 0 |
| | 5 | 0 | 0.3333 | 1 | 0.3333 | 0.5 | 0.25 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.5 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.25 |

NOVIEMBRE 2008

| | | | | | | | |
|------------|---|---|--------|-----|-----|--------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ENERO 2009 | 1 | 1 | 0.4286 | 0 | 0 | 0.1176 | 0 |
| | 2 | 0 | 0.5714 | 0 | 0.2 | 0.0588 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1765 | 1 |
| | 4 | 0 | 0 | 0.8 | 0.6 | 0.4118 | 0 |
| | 5 | 0 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0.2353 | 0.5 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Matriz anual

ENERO 2008

| | | | | | | | |
|------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ENERO 2009 | 1 | 0.1429 | 0 | 0.0357 | 0.0625 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.1429 | 0.1818 | 0.0714 | 0 | 0.0909 | 0 |
| | 3 | 0.0714 | 0 | 0.1071 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0.2143 | 0.4545 | 0.3571 | 0.375 | 0.273 | 0.2727 |
| | 5 | 0.4286 | 0.0909 | 0.2857 | 0.25 | 0.273 | 0.3636 |
| | 6 | 0 | 0.0909 | 0.1071 | 0.125 | 0.1818 | 0.0909 |
| | 7 | 0 | 0.1818 | 0 | 0.1875 | 0.0909 | 0.2727 |
| qx | | | 0.0357 | | 0.0909 | | |

Temporada cálida

MAYO 2008

| | | | | | | | |
|-----------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| SEPTIEMBRE 2008 | 1 | 0.3889 | 0 | 0.0303 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.5278 | 0.2333 | 0.2593 | 0.0441 | 0 | 0.0417 |
| | 3 | 0 | 0.2333 | 0.0370 | 0.1482 | 0.0486 | 0 |
| | 4 | 0.0833 | 0.2333 | 0.5926 | 0.3655 | 0.2333 | 0.0655 |
| | 5 | 0 | 0.1 | 0.1111 | 0.3215 | 0.5287 | 0.2077 |
| | 6 | 0 | 0.1333 | 0 | 0.0152 | 0.1389 | 0.4292 |
| | 7 | 0 | 0.0667 | 0 | 0.0607 | 0.0506 | 0.2560 |
| qx | | | | 0.0145 | | | |

Temporada fría

OCTUBRE 2007

| | | | | | | | |
|------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| MARZO 2008 | 1 | 0.5357 | 0.0769 | 0.0717 | 0.0290 | 0.0392 | 0 |
| | 2 | 0.0476 | 0.1935 | 0.0222 | 0.0912 | 0.0819 | 0.0667 |
| | 3 | 0.1310 | 0.1935 | 0.3345 | 0.1833 | 0.0784 | 0.0667 |
| | 4 | 0.1667 | 0.1988 | 0.2235 | 0.3142 | 0.1581 | 0.1939 |
| | 5 | 0.0476 | 0.1255 | 0.2320 | 0.1647 | 0.3075 | 0.2990 |
| | 6 | 0 | 0.1036 | 0.0683 | 0.0912 | 0.1739 | 0.1785 |
| | 7 | 0.0714 | 0.1082 | 0.0479 | 0.1263 | 0.1487 | 0.1953 |
| qx | | | | | 0.0123 | | |

TAMAÑO

Matrices bimestrales

Octubre 2007

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|-------------|---------------|------------|----------|-------------|------------|----------|
| 1 | 0.95 | 0.125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0.0333 | 0.6875 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0.0167 | 0.125 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0.0625 | 0.1 | 1 | 0.25 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.25 | 0.2 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.8 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Enero 2008

Enero 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---------------|---------------|---------------|-------------|------------|----------|----------|
| 1 | 0.8305 | 0.0714 | 0.0909 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0.1695 | 0.5714 | 0.0909 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0.3571 | 0.6364 | 0.125 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0.1818 | 0.75 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0.125 | 0.5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Marzo 2008

Marzo 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---------------|---------------|---------------|--------------|------------|---------------|----------|
| 1 | 0.7647 | 0.0526 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0.2157 | 0.8421 | 0.1538 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0.1053 | 0.7692 | 0.25 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0.625 | 0.5 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0.0769 | 0.125 | 0.5 | 0.8571 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1429 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Mayo 2008

Mayo 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|-------------|---------------|---------------|---------------|------------|----------|--------------|
| 1 | 0.85 | 0.0345 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0.1 | 0.7931 | 0.1429 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0.05 | 0.1724 | 0.7857 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0.0714 | 0.8333 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0.1667 | 0.5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 1 | 0.125 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.875 |

Julio 2008

Julio 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---------------|---------------|---------------|----------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0.6857 | 0.069 | 0 | 0 | 0 | 0.1111 | 0 |
| 2 | 0.2857 | 0.7241 | 0.1111 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0.1724 | 0.7222 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0.0345 | 0.1667 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4444 | 0 |
| 6 | 0.0286 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.1429 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1111 | 0.8571 |

Septiembre 2008

Septiembre 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---------------|---------------|---------------|------------|------------|------------|---------------|
| 1 | 0.8148 | 0.1818 | 0.0556 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0.1481 | 0.6667 | 0.3333 | 0.1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0.1212 | 0.5556 | 0.1 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0.037 | 0 | 0.0556 | 0.6 | 0.5 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0.1429 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.8571 |

Noviembre 2008

Noviembre 2008

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|--------------|---------------|------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| 1 | 0.931 | 0.2121 | 0.0667 | 0.0909 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0.0345 | 0.6364 | 0.3333 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0.0345 | 0.1515 | 0.6 | 0.1818 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0.5455 | 0.3333 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0.0909 | 0.6667 | 0.2857 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0.0909 | 0 | 0.5714 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1429 | 1 |

Enero 2009

qx 0.0196

qx 0.0303

Matrices bimestrales (abras nuevas)

| | | Enero 2008 | | | | | | | Marzo 2008 | | | | | | |
|----------------|---|-----------------|--------|--------|--------|-----|--------|---|----------------|--------|--------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Marzo 2008 | 1 | 0.3571 | 0.3333 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.9167 | 0.3333 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.5714 | 0.3333 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0833 | 0.3333 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0.3333 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3333 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| qx | | 0.0714 | | | | | | | | | | | | | |
| | | Mayo 2008 | | | | | | | Julio 2008 | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Julio 2008 | 1 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8667 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.3 | 0.3333 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1333 | 0.625 | 0.1111 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0.05 | 0.6667 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.125 | 0.8889 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Septiembre 2008 | | | | | | | Noviembre 2008 | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Noviembre 2008 | 1 | 0.9565 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.2667 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.0435 | 0.8 | 0.5556 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5333 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0.1 | 0.4444 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Enero 2009 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | | | | |
| Enero 2009 | 1 | 0.5890 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1667 | 0 | | | | | | | |
| | 2 | 0.2877 | 0.4706 | 0.1538 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| | 3 | 0.0685 | 0.5294 | 0.6923 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| | 4 | 0 | 0 | 0.1538 | 0.6250 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0.375 | 0.5 | 0.1667 | 0 | | | | | | | |
| | 6 | 0.0137 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | | | | | | | |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1667 | 1 | | | | | | | |
| qx | | 0.0411 | | | | | | | | | | | | | |

Matriz anual

| | | Enero 2008 | | | | | | |
|------------|---|------------|--------|--------|--------|-----|--------|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Enero 2009 | 1 | 0.5890 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1667 | 0 |
| | 2 | 0.2877 | 0.4706 | 0.1538 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0.0685 | 0.5294 | 0.6923 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0.1538 | 0.6250 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0.375 | 0.5 | 0.1667 | 0 |
| | 6 | 0.0137 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1667 | 1 |
| qx | | 0.0411 | | | | | | |

Temporada cálida

| | | Mayo 2008 | | | | | | |
|-----------------|---|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Septiembre 2008 | 1 | 0.7835 | 0.0951 | 0.0185 | 0 | 0 | 0.0370 | 0 |
| | 2 | 0.1780 | 0.7280 | 0.1958 | 0.0333 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0.0167 | 0.1553 | 0.6878 | 0.0333 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0.0123 | 0.0115 | 0.0979 | 0.8111 | 0.1667 | 0 | 0 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0.1222 | 0.6667 | 0.2148 | 0 |
| | 6 | 0.0095 | 0 | 0 | 0 | 0.1667 | 0.6444 | 0.1369 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1037 | 0.8631 |

Temporada fría

| | | Octubre 2007 | | | | | | |
|------------|---|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Marzo 2008 | 1 | 0.8484 | 0.0830 | 0.0303 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.1395 | 0.7003 | 0.1149 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0.0056 | 0.1958 | 0.7352 | 0.125 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0.0208 | 0.0939 | 0.7917 | 0.25 | 0 | 0 |
| | 5 | 0 | 0 | 0.0256 | 0.0833 | 0.4167 | 0.3524 | 0 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.6476 | 0 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Matrices bimestrales (abras nuevas)

Enero 2008

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|--------|--------|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0.1667 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0.4286 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0.5714 | 0.3333 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0.1667 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0.1667 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

qx 0.1667

Marzo 2008

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|------|-----|-----|------|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0.75 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0.25 | 0.6 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0.2 | 0.5 | 0.25 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.75 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Mayo 2008

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|------|------|--------|--------|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0.75 | 0.25 | 0.3333 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0.5 | 0.1667 | 0.3333 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0.25 | 0 | 0.3333 | 0.5 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0.1667 | 0.1667 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Julio 2008

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|--------|-----|--------|--------|-----|---|---|---|
| 0 | 0.3333 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0.6667 | 0.5 | 0.1111 | 0.1429 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0.5 | 0.5556 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.2857 | 0.5 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0.4286 | 0.5 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0.1429 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Septiembre 2008

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|-----|--------|--------|-------|---|-----|---|---|
| 0 | 0.5 | 0.0769 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0.5385 | 0.0769 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0.5 | 0.3846 | 0.5385 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0.3077 | 0.625 | 0 | 0.5 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0.0769 | 0.125 | 1 | 0.5 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Noviembre 2008

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|--------|--------|-----|-------|---|---|---|
| 0 | 1 | 0.2222 | 0.0588 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0.6667 | 0.3529 | 0.1 | 0.25 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0.1111 | 0.5882 | 0.5 | 0.125 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0.3 | 0.5 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.125 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Matriz anual

Enero 2008

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|--------|--------|--------|--------|-----|---|---|---|
| 0 | 0.4286 | 0.0714 | 0.0244 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0.2857 | 0.1786 | 0.1707 | 0.0690 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0.4643 | 0.3659 | 0.3103 | 0.1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0.1429 | 0.1786 | 0.1707 | 0.3793 | 0.2 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0.1071 | 0.1707 | 0.1724 | 0.5 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0.0488 | 0.0690 | 0.2 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

qx 0.1429 0.04878

Temporada cálida

Mayo 2008

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 0.8889 | 0 | 0.0230 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0.1111 | 0.3397 | 0.1400 | 0.0341 | 0.0234 | 0 | 0.1667 | 0 |
| 2 | 0 | 0.5651 | 0.4498 | 0.2057 | 0.0567 | 0.0417 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0.0952 | 0.2979 | 0.4140 | 0.2015 | 0.0417 | 0.0833 | 0.0833 |
| 4 | 0 | 0 | 0.0670 | 0.2749 | 0.5798 | 0.3750 | 0.0833 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0.0222 | 0.0482 | 0.1033 | 0.2955 | 0.3333 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0.0115 | 0.0119 | 0.0417 | 0.1667 | 0.25 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

qx 0.0115

Temporada fría

Octubre 2007

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| 0 | 0.75 | 0.0145 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0.0833 | 0.3188 | 0.1679 | 0.0595 | 0.0208 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0.1667 | 0.4228 | 0.4676 | 0.1807 | 0.0568 | 0.0556 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0.1705 | 0.2514 | 0.4799 | 0.2836 | 0.1111 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0.0341 | 0.1033 | 0.2453 | 0.4485 | 0.6111 | 0.3333 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0.0098 | 0.0346 | 0.1554 | 0.2222 | 0.3333 | 0 |
| 6 | 0 | 0.0196 | 0 | 0 | 0.0348 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

qx 0.0196

Anexo III

Prueba de Tukey para la frecuencia relativa de especies

Tukey HSD test; variable Proporción (Spreadsheet9)

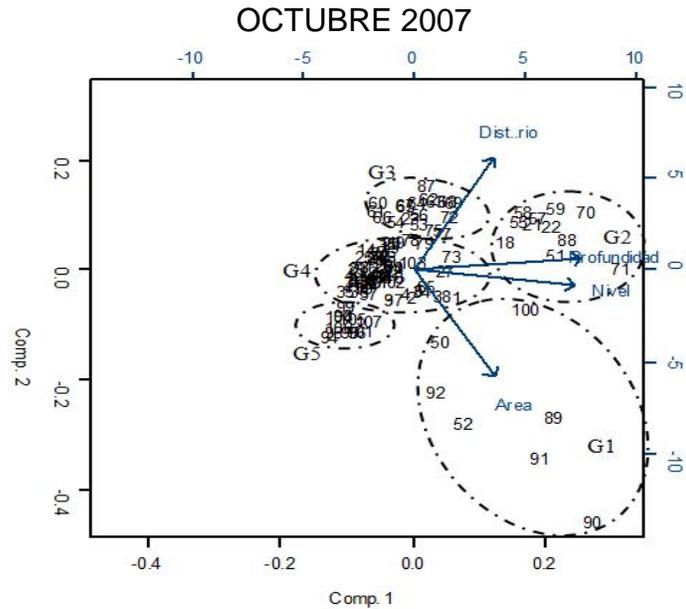
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests

Error: Between MS = .00811, df = 63.000

| Especie | {1} | {2} | {3} | {4} | {5} | {6} | {7} | {8} | {9} |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 1.0538 | .87173 | .80909 | .79433 | .34476 | .37830 | .11761 | .13393 | .00999 |
| SE | | 0.004415 | 0.000165 | 0.000147 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 |
| RO | 0.004415 | | 0.897010 | 0.732721 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 |
| FC | 0.000165 | 0.897010 | | 0.999996 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 |
| BM | 0.000147 | 0.732721 | 0.999996 | | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 |
| JC | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | | 0.997901 | 0.000259 | 0.000608 | 0.000140 |
| SC | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.997901 | | 0.000146 | 0.000166 | 0.000140 |
| A | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000259 | 0.000146 | | 0.999991 | 0.307238 |
| ST | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000608 | 0.000166 | 0.999991 | | 0.150882 |
| EE | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.000140 | 0.307238 | 0.150882 | |

Anexo IV

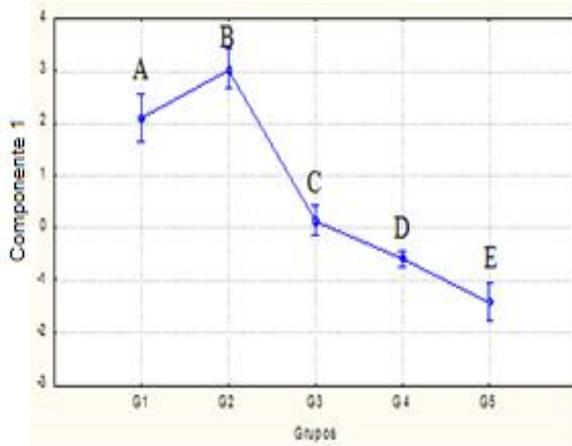
Análisis de componentes principales



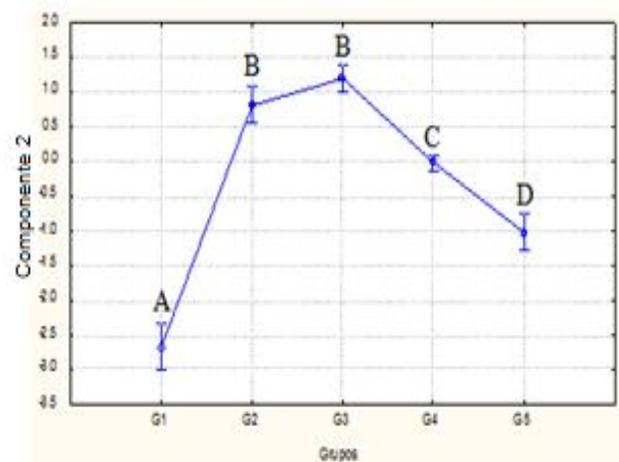
Gráfica de dispersión de octubre de 2007.

Análisis de Varianza

Componente 1



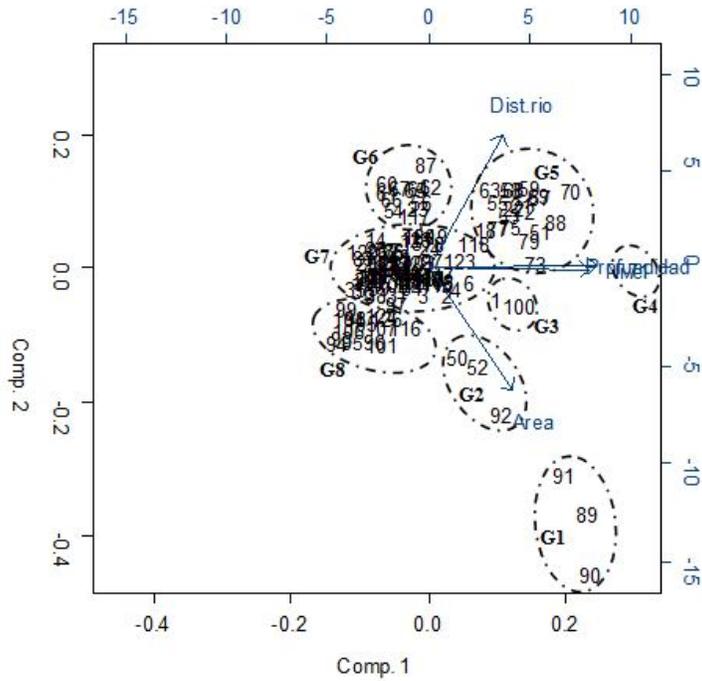
Componente 2



| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|----------|----------|-------|
| Grupos | 173.6831 | 4 | 43.42078 | 111.9662 | 0.001 |
| Error | 39.5559 | 102 | 0.38780 | | |

| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|----------|----------|-------|
| Grupos | 94.52476 | 4 | 23.63119 | 119.9737 | 0.001 |
| Error | 20.09091 | 102 | 0.19697 | | |

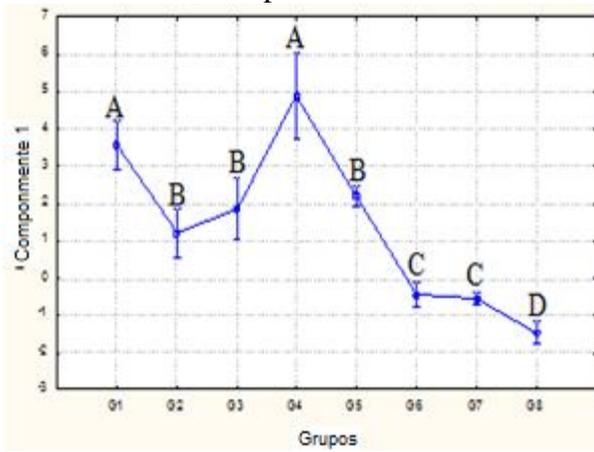
Enero 2008



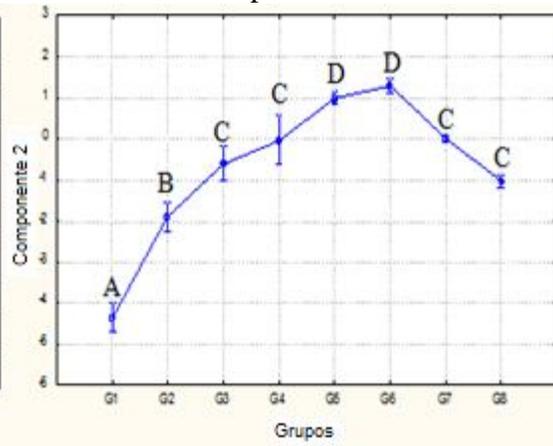
Gráfica de dispersión de enero de 2008

Análisis de Varianza

Componente 1

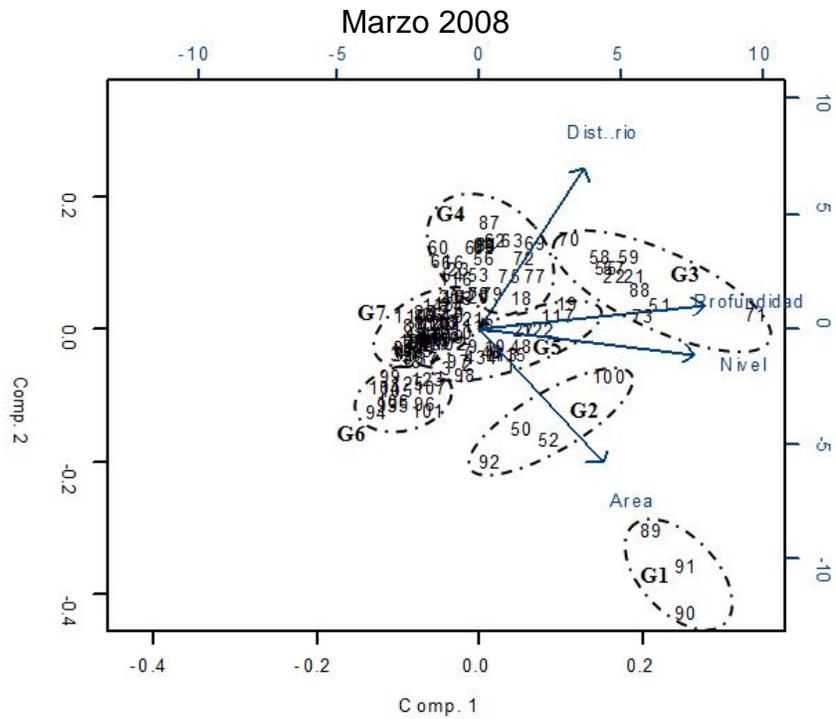


Componente 2



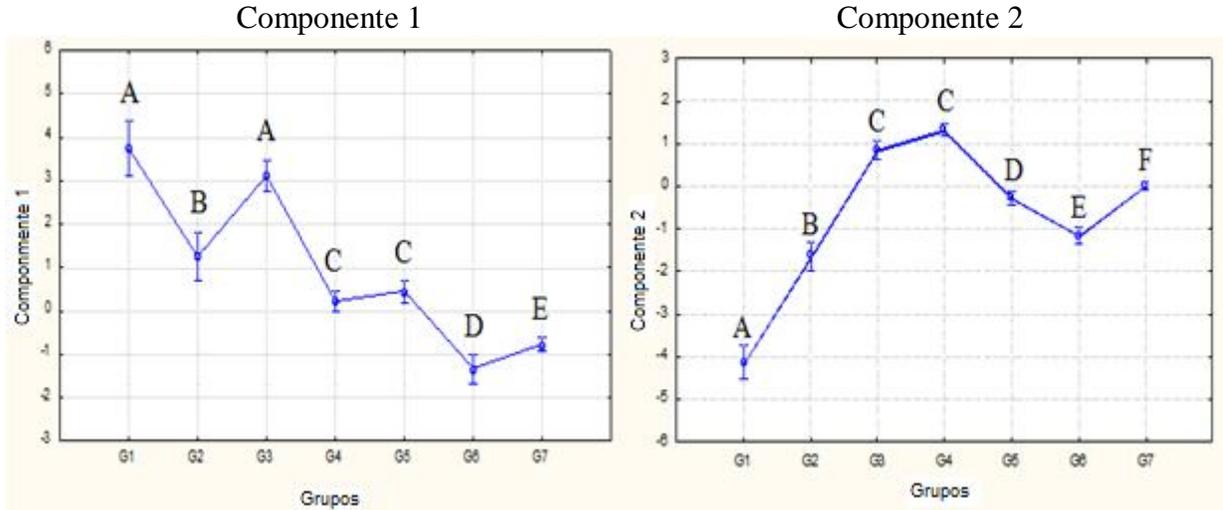
| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|----------|---------|-------|
| Grupos | 219.0908 | 7 | 31.29868 | 92.4722 | 0.001 |
| Error | 39.9390 | 118 | 0.33847 | | |

| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|----------|----------|-------|
| Grupos | 121.8881 | 7 | 17.41259 | 174.6414 | 0.001 |
| Error | 11.7652 | 118 | 0.09970 | | |



Gráfica de dispersión de marzo de 2008

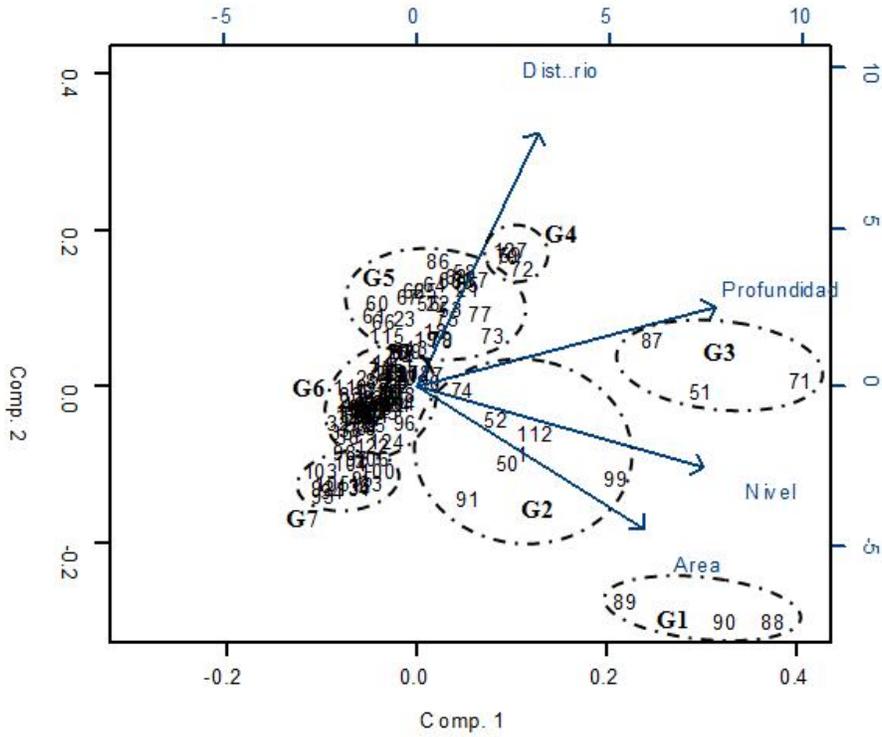
Análisis de Varianza



| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|---------|-----|--------|---------|------|
| Grupos | 205.124 | 6 | 34.187 | 107.297 | 0.00 |
| Error | 37.597 | 118 | 0.319 | | |

| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|---------|-----|--------|---------|------|
| Grupos | 120.112 | 6 | 20.019 | 168.136 | 0.00 |
| Error | 14.049 | 118 | 0.119 | | |

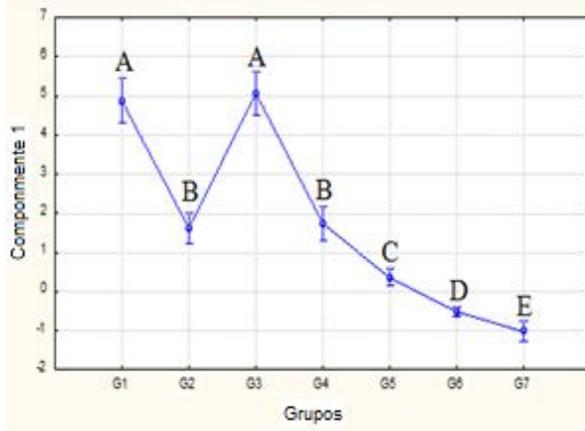
Mayo 2008



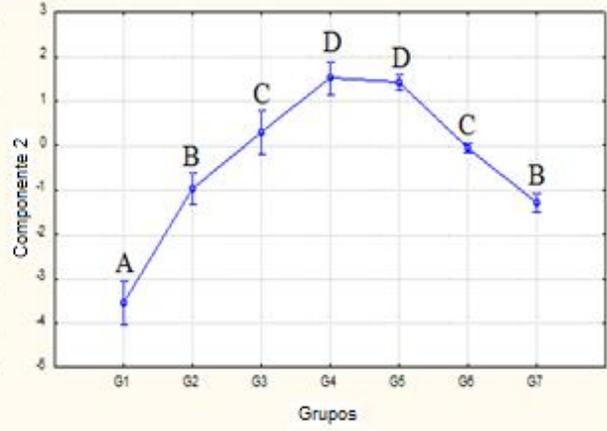
Gráfica de dispersión de mayo de 2008

Análisis de Varianza

Componente 1



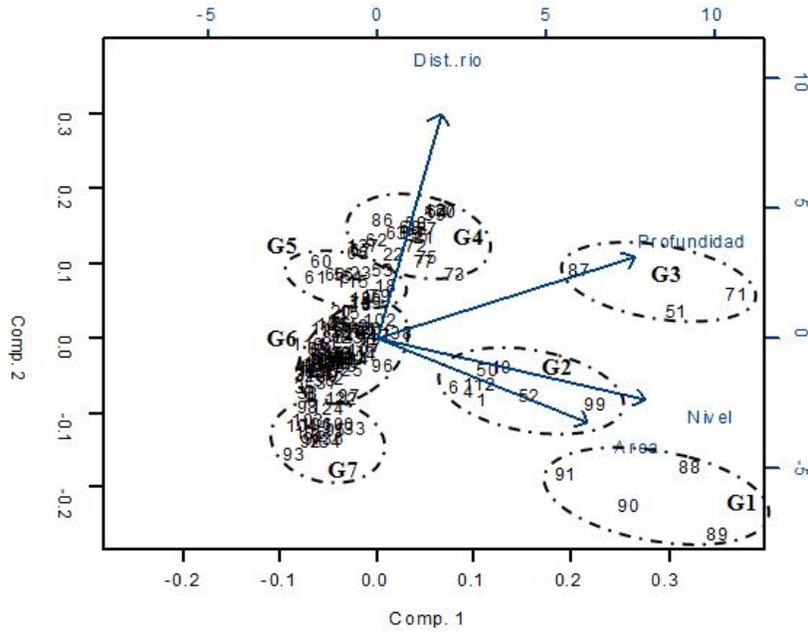
Componente 2



| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|---------|----------|------|
| Grupos | 220.1892 | 6 | 36.6982 | 148.2939 | 0.00 |
| Error | 31.6761 | 128 | 0.2475 | | |

| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|---------|----------|--------|
| Grupos | 128.9695 | 6 | 21.4949 | 116.9645 | 0.0000 |
| Error | 23.5229 | 128 | 0.1838 | | |

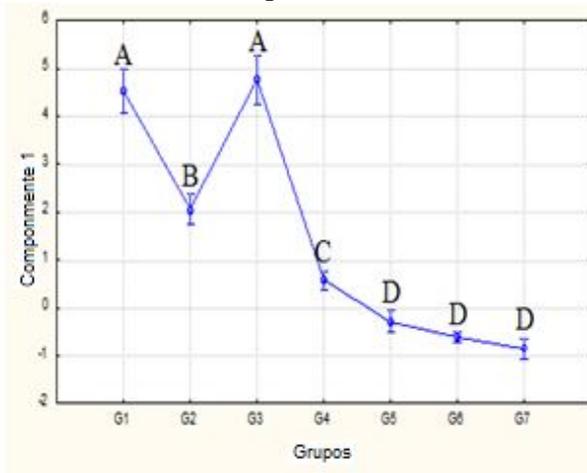
Julio 2008



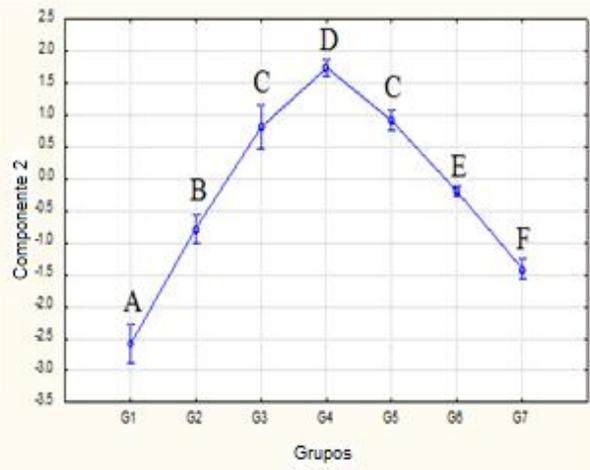
Gráfica de dispersión de julio de 2008

Análisis de Varianza

Componente 1



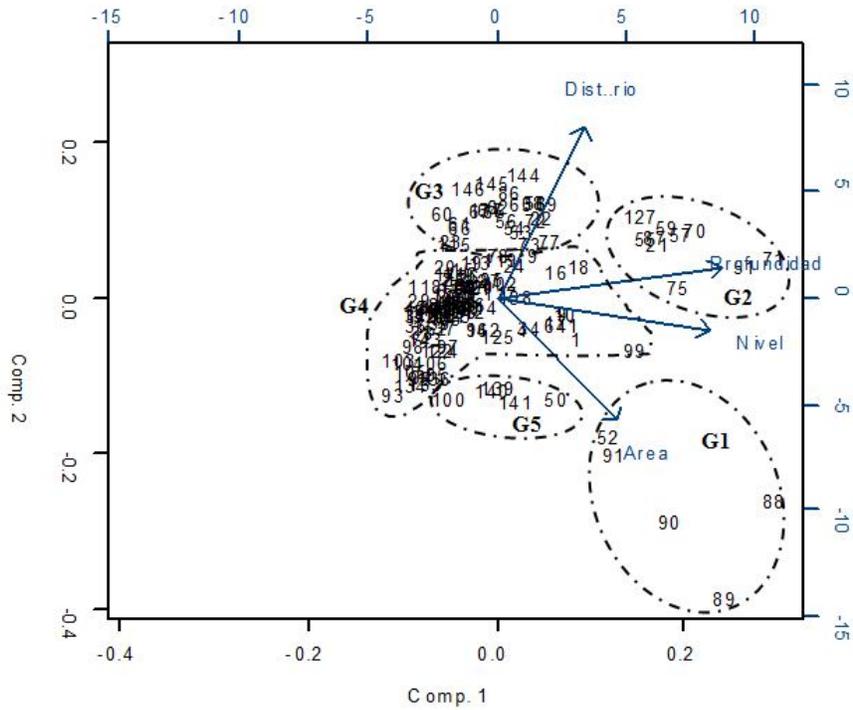
Componente 2



| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|---------|----------|------|
| Grupos | 230.1856 | 6 | 38.3643 | 190.5126 | 0.00 |
| Error | 26.3800 | 131 | 0.2014 | | |

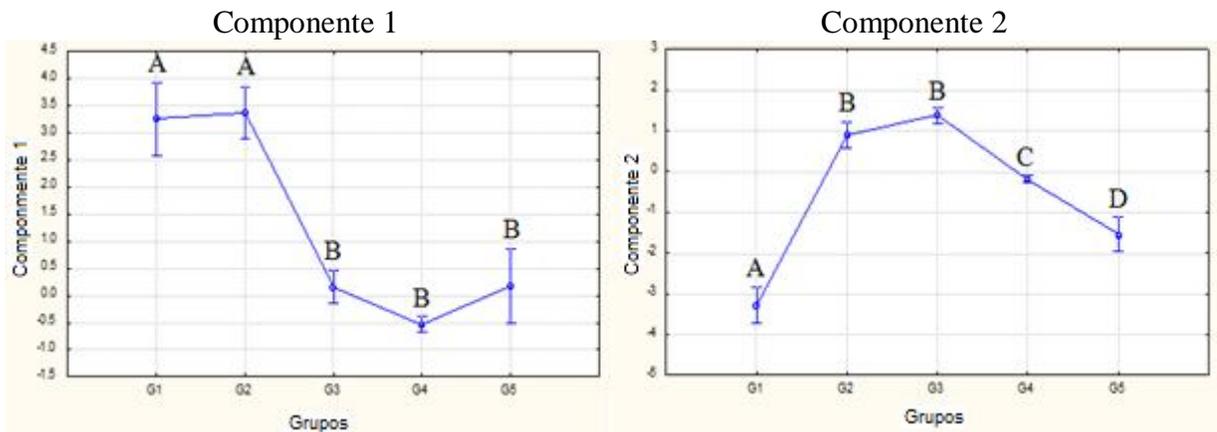
| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|---------|----------|--------|
| Grupos | 144.1675 | 6 | 24.0279 | 250.9792 | 0.0000 |
| Error | 12.5415 | 131 | 0.0957 | | |

Septiembre 2008



Gráfica de dispersión de septiembre de 2008

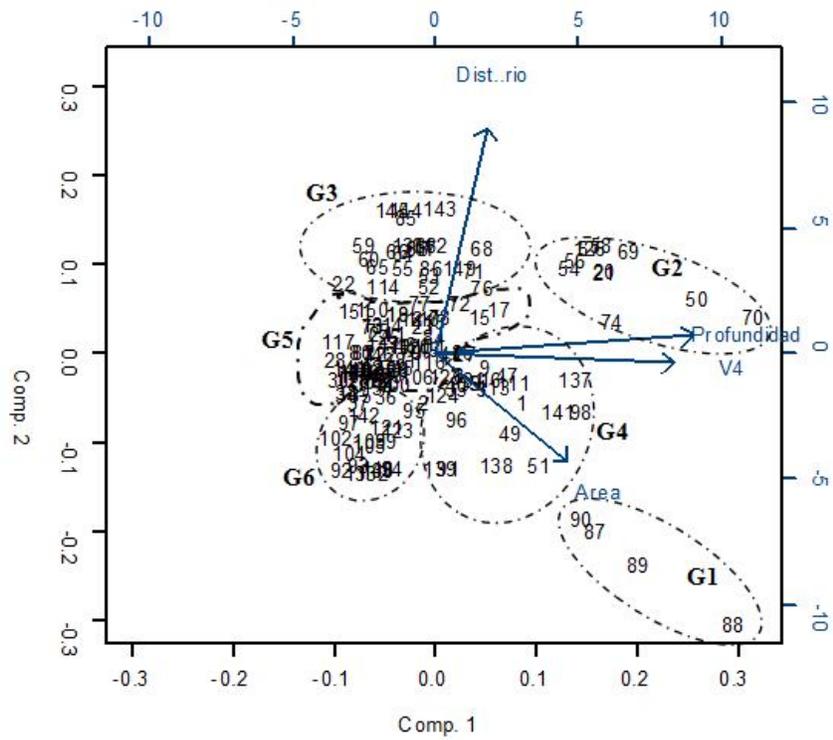
Análisis de Varianza



| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|---------|---------|--------|
| Grupos | 197.3793 | 4 | 49.3448 | 84.3207 | 0.0000 |
| Error | 83.6842 | 143 | 0.5852 | | |

| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|---------|----------|--------|
| Grupos | 124.9917 | 4 | 31.2479 | 131.4815 | 0.0000 |
| Error | 33.9854 | 143 | 0.2377 | | |

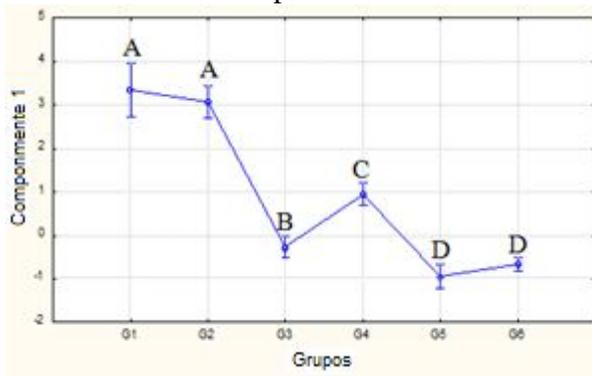
Noviembre 2008



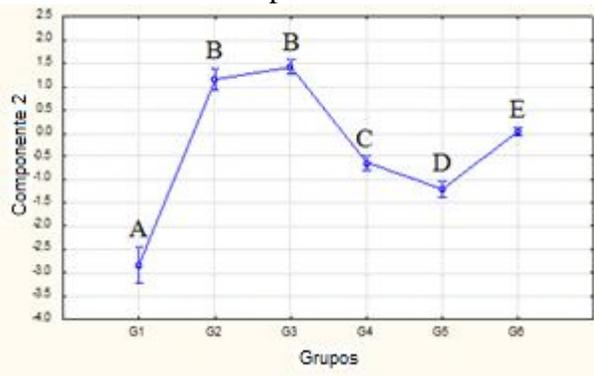
Gráfica de dispersión de noviembre de 2008

Análisis de Varianza

Componente 1



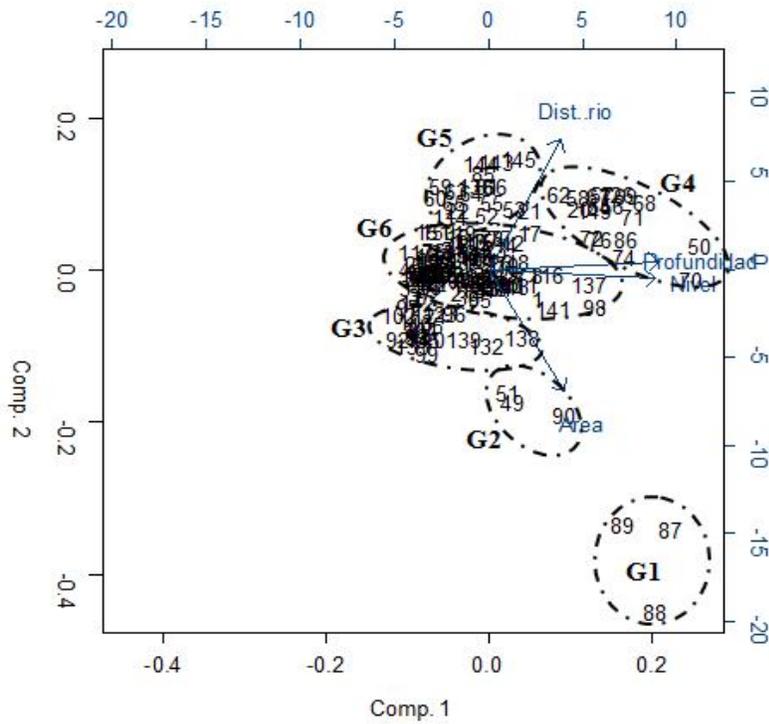
Componente 2



| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|---------|----------|--------|
| Grupos | 219.9010 | 5 | 43.9802 | 113.7296 | 0.0000 |
| Error | 56.0728 | 145 | 0.3867 | | |

| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|---------|----------|--------|
| Grupos | 133.7159 | 5 | 26.7432 | 181.5714 | 0.0000 |
| Error | 21.3567 | 145 | 0.1473 | | |

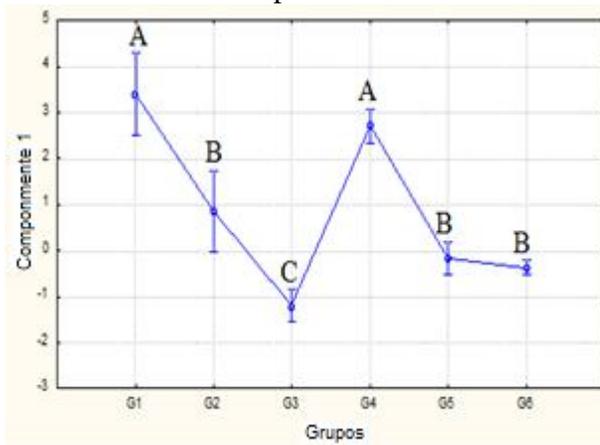
Enero 2009



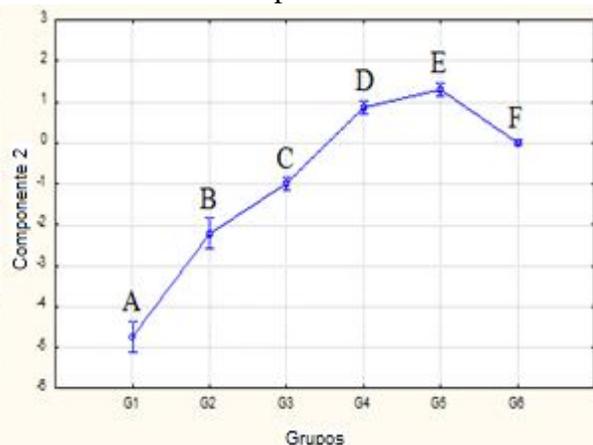
Gráfica de dispersión de enero de 2009

Análisis de Varianza

Componente 1



Componente 2



| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|---------|---------|--------|
| Grupos | 210.5632 | 5 | 42.1126 | 70.6012 | 0.0000 |
| Error | 88.2799 | 148 | 0.5965 | | |

| | SC | GL | CM | F | P |
|--------|----------|-----|---------|----------|--------|
| Grupos | 145.6206 | 5 | 29.1241 | 280.3540 | 0.0000 |
| Error | 15.3747 | 148 | 0.1039 | | |