



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

CAMBIOS TEMPORALES EN LA VEGETACIÓN DE DOS CHARCAS

ESTACIONALES DE HUIMILPAN Y AMEALCO, QUERÉTARO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

BERTHA ISABEL CID MONTOYA

Directora: Dra. MAHINDA MARTÍNEZ Y DÍAZ DE SALAS

Asesor: Dr. HUMBERTO SUZÁN AZPIRI

Asesor: Dr. LUIS GERARDO HERNÁNDEZ SANDOVAL

No. Adq. F 168641 1

No. Título _____

Clas. TS

581

C567c

Agradecimientos

A mis padres (Chabe y Rafita) por TODO

A Rafa, Pollo y Rodri., que difícil sería la vida sin ustedes.

A todo la parentela (la consanguínea, la política y la adoptada) por estar ahí.

A mis amigas Patty, Mona y Russ por seguir conmigo.

A la Dra. Mahinda por darme la oportunidad de hacer esta tesis, apoyarme en todo el proceso y su gran paciencia. Gracias jefa.

Al Dr. Humberto explicarme una y otra vez.

Al Dr. Luis por aceptar ser mi asesor y haber revisado pacientemente mis borradores.

A la Mtra. Maricela por su paciencia conmigo cada vez que voy a quitarle el tiempo y sobre todo por sus consejos.

A la Dra. Lupita por su paciencia en la revisión de este trabajo.

Al Dr. Pedro Joaquín por darme asilo en su laboratorio por un buen rato.

A todos mis profesores por su paciencia y enseñanzas.

A mis compañeros de generación y los que se quedaron en el camino, un gusto estudiar, cotorrear y simplemente estar con ustedes.

A mis amiguis-compañeritos (Chavis, Fer, Pato, Chabe, Flaca, Pedris, Capullo, Yola y Lucerín) gracias a ustedes esto fue todavía mejor.

A mis compañeros de Laboratorio, los que ya se fueron (Zullín y Brenda) los que permanecen (Alex, Yola y Faby) los ausentes (Chucho y Leticia) y los que van llegando (Tere), gracias por no alterarse por mi mugrero.

A mis compañeros-amiguis de los diferentes laboratorios por dejarme entrar “como Juan por su casa” en todos lados.

Índice

Páginas

Índice general	
Índice de y figuras	
Índice de cuadros	
Resumen	
Introducción	1-3
Antecedentes	4-5
Justificación	6
Hipótesis	7
Objetivo	7
Objetivos particulares	7
Estudio del método	
Descripción del área de estudio.....	8
Recambio de especies.....	9-11
Diversidad del Sitio.....	11
Homogeneidad Temporal y espacial.....	12
Arreglo espacial de cuadrantes.....	12-13
Resultados	
Recambio de especies.....	
Listados de especies.....	14-16
Numero de especies por sitio.....	16-17
Cambios en composición Florística.....	18-20
Valor de Importancia.....	21-23
Diversidad del Sitio.....	24
Homogeneidad Temporal y espacial.....	25-47

Arreglo espacial de cuadrantes.....	12-13
Ordenamiento.....	48-57
Agrupamiento.....	57-60
Discusiones.....	61-64
Conclusiones.....	65-70
Literatura Citada.....	71-74
Anexos	
Anexo I.- Contracciones usadas en las figuras.	

Índice de figuras

- Fig. 1. Mapa del estado de Querétaro.
- Fig. 2A. Charca del sitio Amealco.
- Fig. 2B. charca del sitio Huimilpan.
- Fig. 3. Número de especies en sitio Amealco.
- Fig. 4. Número de especies en sitio Huimilpan.
- Fig. 5. Gráfica de homogeneidad de cuadrantes en Amealco
- Fig. 6. Gráfica de homogeneidad de cuadrantes en Huimilpan
- Fig. 7 a 24. Gráfica de homogeneidad de fechas en Amealco
- Fig. 25 a 42 Gráfica de homogeneidad de fechas en Huimilpan
- Fig. 43. Gráfica de Ordenamiento fecha 2a.
- Fig. 44. Gráfica de Ordenamiento fecha 4a.
- Fig. 45. Gráfica de Ordenamiento fecha 2h.
- Fig. 46. Gráfica de Ordenamiento fecha 3h.
- Fig. 47. Gráfica de Ordenamiento fecha 4h.
- Fig. 48. Gráfica de Ordenamiento fecha 5h.
- Fig. 49. Gráfica de Ordenamiento fecha 6h.
- Fig. 50. Gráfica de Agrupamiento sitio Amealco.
- Fig. 51. Gráfica de Agrupamiento sitio Huimilpan.

Índice de cuadros

- Cuadro 1. Listado de especies sitio Amealco.
- Cuadro 2. Listado de especies sitio Huimilpan.
- Cuadro 3. Listado de especies no encontradas en Amealco y Huimilpan.
- Cuadro 4. Cambio en la composición florística del sitio Amealco.
- Cuadro 5. Cambio en la composición florística del sitio Huimilpan.
- Cuadro 6. Valor de importancia anual por especie del sitio Amealco.
- Cuadro 7. Valor de importancia anual por especie del sitio Huimilpan.
- Cuadro 8. Índice de diversidad Shannon-Weinner de ambos sitios.
- Cuadro 9. Historia del agrupamiento del sitio Amealco.
- Cuadro 10. Historia del agrupamiento del sitio Huimilpan.

RESUMEN

La vegetación acuática del estado de Querétaro era hasta hace poco considerada como una de las menos diversas en la República Mexicana. Actualmente hay trabajos que afirman lo contrario describiendo tanto ambientes acuáticos permanentes como temporales, también conocidos como charcas estacionales. Estos ambientes presentan un cambio en la composición florística que genera una composición estructural diferente de comunidades vegetales a lo largo del año en cada ambiente acuático. El recambio de especies que se presenta en los ambientes acuáticos se da en períodos realmente breves, pues el sustrato sólo es capaz de mantener humedad por un tiempo aproximado de seis a ocho meses. En este trabajo se hizo un seguimiento de los cambios estacionales a lo largo de un año en la composición florística y estructural de algunos microambientes en dos charcas temporales en Huimilpan y Amealco. Se hicieron muestreos con cuadrantes de 0.05m² en los microhábitats más representativos de cada charca, una vez al mes durante la época de sequía y dos veces al mes en época de anegación. A partir de esos muestreos se obtuvo valor de importancia por especie. La especie más importante, en ambas comunidades, es *Marsilea quadrifolia* L. Se obtuvo una tabla de ausencia y presencia de especies y de un total de 35 especies encontradas en Huimilpan, 19 no están presentes en Amealco, de un total de 18 especies presentes en Amealco 16 sí están presentes en Huimilpan. Se hizo un análisis de χ^2 en cada charca comparando los cuadrantes en cada fecha de muestreo y casi todos son diferentes. Con los resultados obtenidos podemos afirmar que sí hay un cambio en la composición de los micro ambientes.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas lénticos se forman en cualquier depresión del sustrato que pueda, aunque de manera breve, mantener agua (Jeffries y Mills, 1997), por ello, la formación de estos sistemas acuáticos es común aun cuando sea a manera de pequeñas concentraciones de agua. Estas reciben diferentes nombres como estanques, charcas y lagunas temporales, y que denominaré en el texto como charcas. Algunos autores definen como charcas a un cuerpo de agua estancada más pequeña que un lago. Las dimensiones pueden variar desde un par de metros cuadrados hasta algunas hectáreas, éstos pueden cumplir con alguna de las siguientes características: 1) puede ser de origen artificial y no tienen una larga historia de vida como un lago. 2) la historia de vida y características de una charca temporal no dejan que la tasa de productividad sea el factor dominante, ya que la velocidad e intensidad con que suceden otros factores les permiten ser dominantes. Particularmente su gran número y tamaño pequeño resulta en una colonización y perturbación anual variables que dan como resultado comunidades cambiantes. 3) muchas charcas son fugaces (en una escala anual), lo que las convierte en hábitats efímeros con una biota específica e inusual que no sucede en lagos (Jeffries y Mills, 1997).

Las charcas que se forman de manera natural tienen casi la misma historia que los lagos. Sin embargo, a menos que sean perturbadas o contaminadas, la dinámica es realmente rápida. Estas charcas son de vida corta y a veces duran sólo algunos cientos de años y dependen, principalmente, del manejo que se les dé (Jeffries y Mills, 1997). De acuerdo con Keeley y Zedler (1998), las charcas son humedales temporales llenados con agua de lluvia durante períodos lo suficientemente cálidos para permitir el crecimiento vegetal, seguido por un período de desecación lenta que culmina cuando el suelo se encuentra en total sequía durante una estación del año como mínimo. Un factor que separa las charcas de primavera de otros ambientes temporales y permanentes es que no existe flujo de agua de sitios remotos. Una consecuencia de tener sólo aporte de agua de lluvia es que las charcas

tienden a tener bajos niveles de nutrientes y las características químicas del agua son similares a los ambientes lacustres oligotróficos (Keeley y Zedler, 1998).

Las zonas inundables o humedales son ambientes en transición pues espacialmente ocupan áreas de tierra y de zonas acuáticas, temporalmente también lo son, pues irán cambiando hacia un ambiente terrestre o acuático de acuerdo a las características que se presenten de manera dominante. Geológicamente también hay cambios similares a los que se presentan de manera temporal (Moreno-Casasola *et al.*, 1999).

En su conjunto las charcas son comunidades muy diversas. Las adaptaciones de plantas que ahí habitan son múltiples: las hay herbáceas y arbóreas, enraizadas y flotantes. Son capaces de tolerar desecación y reiniciar su crecimiento cuando vuelve el agua. Dentro de esa variedad hay plantas que requieren necesariamente de un ambiente acuático para sobrevivir, algunas toleran cambios drásticos del nivel del agua y otras sobreviven bajo grados moderados de inundación.

Las especies acuáticas o hidrófitas requieren el ambiente acuático para completar su ciclo de vida. Algunas crecen totalmente sumergidas (enraizadas sumergidas y libres sumergidas), unas pueden tener sólo algunas hojas o flores sobre la superficie (enraizadas emergentes, enraizadas de hojas flotantes), otras más pueden emerger a la superficie conforme alcanzan la madurez (enraizadas emergentes), ciertas plantas flotan libremente en el agua, sin estar enraizadas en el fondo (libre flotadoras), y otras pueden estar sumergidas sin estar ancladas a ningún sustrato (libres sumergidas) (Lot *et al.*, 1993).

Las plantas acuáticas tienen requerimientos específicos que limitan su distribución, tales como la profundidad del cuerpo de agua, la temperatura, el grado de movimiento del agua, las propiedades físicas del fondo, la transparencia del agua y la competencia. (Moreno-Casasola *et al.*, 1999). Las plantas que crecen en las zonas inundables tienen un amplio rango de tolerancia. El porcentaje de tiempo que una zona permanece inundada

(hidroperíodo) y la época de desecación son los dos factores más importantes para definir la comunidad vegetal que se va a establecer, así como la zonación que se puede dar dentro de una charca.

Una de las características más notorias de la vegetación acuática es la zonación de las formas de vida que presenta. Esta es similar en la mayoría de los ambientes acuáticos bien conservados. No es raro que las diferentes formas de vida coexistan; un conjunto de plantas crea condiciones favorables para otro tipo de comunidad, y aunque las diferentes agrupaciones ocurren al mismo tiempo, mantienen su integridad y están en cualquier otra parte. Ciertas comunidades vegetales inhiben el crecimiento de otras, por su densidad (Sculthorpe, 1967). El tiempo y la duración de la fase de saturación del suelo y la de inundación son determinantes en la composición de la comunidad (Keeley y Zedler, 1998).

Para conocer mejor la dinámica de las zonas inundables en cuanto a su composición florística es necesario hacer un seguimiento a este tipo de comunidades.

ANTECEDENTES

Querétaro, a pesar de contar con diversos ambientes acuáticos, era considerado hasta hace poco entre los ocho Estados de la República con menor diversidad de plantas acuáticas reportándose sólo 11 especies, en comparación con Veracruz que cuenta con un total de 51 especies (Lot *et al.*, 1993). Sin embargo, Zamudio *et al.* (1992) colectaron en la zona 31 especies. Más tarde Martínez y García (2001) encontraron en el Estado 44 especies de plantas acuáticas en ese estudio se colectó durante un año en todos los ambientes acuáticos del Estado, entre los cuales destacan las charcas temporales de los municipios de Huimilpan y Amealco, por tratarse de una región que escapa al alto grado de contaminación por lirio acuático y presentar la zona de mayor diversidad. Más aún, cuando las charcas se forman sólo durante seis meses, se presentan al menos 22 especies de plantas acuáticas estrictas (Martínez y García, 2001).

Calles-León *et al.* (1999) encontraron que las comunidades localizadas en las zonas inundables presentan cambios cíclicos en la estructura y composición florística, pues, son un reflejo de la topografía y los cambios cíclicos del nivel de agua, por ello, las especies se distribuyen en función de la tolerancia a los niveles de inundación. En los hábitats creados por las charcas temporales la distribución de las especies, especialmente las endémicas, parece ser afectada por sutiles diferencias en la duración y el patrón de la charca, química del suelo y el agua, variaciones regionales y locales del clima, la cantidad total de precipitación, el régimen climático en invierno y la probabilidad de lluvias durante el verano (Bauder y McMillan, 1998).

Las charcas de Huimilpan y Amealco se encuentran muy cerca de asentamientos humanos y de acuerdo a un estudio realizado por Magee *et al.* (1999) la rápida urbanización de las zonas cercanas a los ambientes acuáticos resulta “en una rápida degradación acumulativa de la composición florística y el continuo manejo afecta la diversidad de plantas nativas,

Actualmente todos los ambientes dulceacuícolas están sometidos a una presión de explotación debido a actividades humanas. Algunas veces se modifican los cuerpos de agua cambiando la dinámica de estos, lo que resulta en cuerpos de agua altamente eutroficados. Conocer los cambios temporales que se dan en un sitio de manera natural puede ayudar a elaborar un plan de manejo o un plan de restauración de hábitats similares y comprender las interacciones de las especies presentes.

HIPÓTESIS

En este ambiente posee una marcada estacionalidad, por lo que la vegetación de las charcas debe presentar un cambio en la composición florística, densidad, dominancia y frecuencia, tanto absoluta como relativa de las especies. Con ello se ve afectado el valor de importancia de cada especie a lo largo del año, así como la diversidad del sitio en sí.

OBJETIVO

I. Hacer un seguimiento de los cambios estacionales a lo largo de un año en la composición florística y estructural de micro ambientes en dos charcas temporales de Huimilpan y Amealco para conocer las variaciones temporales en la diversidad.

OBJETIVOS PARTICULARES

- I. Conocer el recambio de especies a lo largo del año
- II. Conocer la diversidad del sitio
- III. Conocer la homogeneidad temporal y espacial de los puntos de muestreo
- V. Conocer el arreglo espacial de los cuadrantes

ESTUDIO DEL MÉTODO

Descripción Del Área De Estudio

La zona se encuentra en el estado de Querétaro (ver figura.1) , en la provincia fisiográfica del Eje Volcánico Transversal, que está constituido litológicamente por rocas volcánicas del terciario y cuaternario. La región presenta un relieve donde encontramos cerros y lomeríos que van de los 2000 a los 3000 m.s.n.m. Se caracteriza por tener climas templados y subhúmedos, los cuales son estables en cuanto a temperatura, ya que en un año varía entre los 12° a 18°C. Las lluvias son favorecidas por la altura y por la presencia de algunas serranías, en verano llueve abundantemente y en el invierno presentan granizadas y heladas frecuentes (INEGI, 1986). En esta zona se forman algunas charcas temporales de 6-8 meses de duración en las cuales existe una composición florística similar entre sí (Ver Figuras 2A y 2B). Presentan 22 especies de plantas acuáticas estrictas mientras el total de especies registradas para la zona fue de 31 (Zamudio *et al.*, 1992).



Figura 1.- Mapa del Estado de Querétaro y sus municipios. Las partes en azul corresponden a los municipios de Amealco de Bonfil y Huimilpan, las partes en verde son las zonas donde se localizan las charcas.

Recambio de especies

Se muestreó por medio de cuadrantes de 0.05 m², pues es un área en la que se puede apreciar la composición de algunos puntos representativos de los diferentes microhábitats de cada charca (modificado de Alexander y Schlising, 1998).

La charca del municipio Amealco se usa como abrevadero de ganado equino y bovino, la profundidad máxima es de aprox. 2 m., hay una amplia zona donde la profundidad es de aprox. 15 cm. La charca del municipio Huimilpan está rodeada de construcciones y sirve como abrevadero de ganado ovino, la profundidad máxima es de 2.5 m aprox., hay zonas donde la profundidad escasamente alcanza los tres cm de profundidad, es la charca con mayor diferencia topográfica. La diferencia en la topografía lleva a que se presenten una variedad de microhábitats disímiles entre sí. La diferencia entre los microhábitats está dada principalmente por el tiempo de inundación, la velocidad de desecación y la profundidad del cuerpo de agua. Estos puntos se seleccionaron de acuerdo a los microhábitats más notorios en cada charca. Para la charca del municipio de Huimilpan se definieron cinco sitios (ver figura 2 B), en la charca del municipio de Amealco cuatro (ver figura 2 A). En cada sitio se tomaron dos muestras siempre en el mismo sitio, éstas están a una distancia de un metro una de la otra, por lo que el total de puntos para la charca de Huimilpan es de diez y para la de Amealco es de ocho.

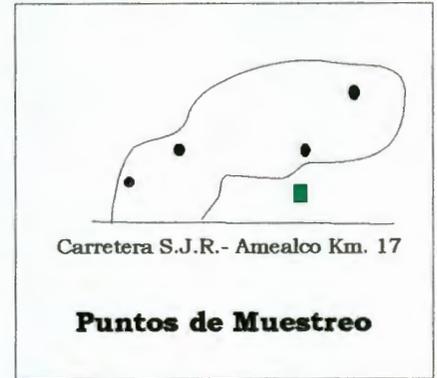


Figura 2A.- Charca Amealco localizada en el km. 17 de la Carretera S.J.R.-Amealco. El diagrama a la derecha muestra los puntos donde se hicieron los muestreos y el cuadrado relleno representa el punto de donde se tomo la fotografía.



Figura 2B.- Charca Huimilpan localizada en el km. 31 de la carretera Qro.-Huimilpan. El diagrama a la derecha muestra los puntos donde se hicieron los muestreos y el cuadrado relleno representa el punto de donde se tomo la fotografía.

Los muestreos se hicieron una vez por mes durante la época de sequía y dos veces por mes durante la época de lluvias en un período anual. Se obtuvo el número de individuos por

especie dentro de cada cuadrante, para obtener la cobertura se tomaban 5 individuos al azar de cada especie, se medía el diámetro para obtener un valor de cobertura promedio para todos los individuos, con esos datos se obtuvo la densidad absoluta, densidad relativa, dominancia absoluta, dominancia relativa, frecuencia absoluta, frecuencia relativa y el valor de importancia de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Densidad = Número de individuos/ Área muestreada (0.05m²).

Densidad Relativa = (Densidad de cada especie/ Densidad total de las especies) *100.

Dominancia = Valor total de cobertura o de área basal/ Área muestreada .

Dominancia Relativa = (Dominancia de cada especie/ Dominancia total de las especies) * 100.

Frecuencia = Número de puntos en los que aparece la especie/ Número total de puntos de muestreo.

Frecuencia Relativa = (Valor de frecuencia de cada especie/ Frecuencia total de las especies)* 100.

Valor de importancia = Densidad Relativa + Dominancia relativa + frecuencia relativa (Cox, 1981).

El valor máximo que una especie puede tener es de 300 unidades, ya que el valor de importancia es una sumatoria del porcentaje de abundancia, frecuencia, y densidad relativas.

Se colectaron ejemplares para su identificación en el laboratorio.

Diversidad del sitio

Se obtuvo un índice de diversidad Shannon-Weiner de acuerdo a la siguiente fórmula

$H' = -\sum_{i=1}^n (p_i)(\log_{10} p_i)$ (Krebs, C. 1989).

Homogeneidad temporal y espacial.

Para comprobar si había diferencia entre los cuadrantes de la misma charca y que hubiese cambios de una fecha a otra de muestreo se hizo un análisis de varianza (χ^2). Esta prueba se dividió en dos partes, la primera parte resuelve la homogeneidad espacial y la segunda la homogeneidad temporal, ambas pruebas se ejecutaron en los dos sitios.

-Primera: Conocer la homogeneidad en cada fecha de muestreo. Se tomaron el número de especies presentes en cada cuadrante, se usó la información del cuadrante uno como el valor observado y la del cuadrante dos como el valor esperado, se hizo en todos los cuadrantes de cada fecha de muestreo, después se obtuvo la sumatoria de cada fecha y fue el valor comparado en tablas.

-Segunda: Esta parte a su vez se dividió en dos, la primera en donde se hizo la prueba a la secuencia de las fechas, en la segunda parte se tomó cada fecha como el parámetro observado y las restantes 16 como el parámetro esperado para no tener sesgo en la información. El primer componente corresponde a: $(\sum (\text{Observados-Esperados}^2 / \text{Esperados}))$ de la fecha 1 con la $(\sum (\text{Observados-Esperados}^2 / \text{Esperados}))$ de la fecha 2, la sumatoria de la fecha 2 con la sumatoria de la fecha 3 y así sucesivamente hasta hacerlo con la fecha 17 y la 1. La segunda parte de la prueba consistió en tomar $(\sum (\text{Observados-Esperados}^2 / \text{Esperados}))$ de la fecha 1 y $(\sum (\text{Observados-Esperados}^2 / \text{Esperados}))$ de las restantes 16 fechas.

Arreglo espacial de cuadrantes

Se comparó el cambio en la composición de especies a lo largo del año, por medio de una matriz de ausencia y presencia de especies (Análisis DECORANA). El análisis de ordenamiento que se hizo en los dos charcos fue limitado a seis fechas por cada sitio, seleccionadas de la siguiente manera:

La primera fecha de muestreo de ambos sitios (1) (23-03-00).

La primera fecha de inundación de los sitios (2) (02-07-00).

La siguiente fecha después de la inundación (3) (16-07-00).

La fecha en que se alcanza el máximo de especies (4) (01-10-00).

La fecha en que hay una sequía muy notoria y desciende el número de especies (5) (30-12-00).

La última fecha de muestreo (6) (25-02-01).

En ambos se tomaron las mismas fechas, pero no se obtuvo la misma cantidad de análisis para ambos sitios ya que los datos no fueron suficientes debido al funcionamiento del programa que se usó para hacer el análisis (P.C. ORD versión 2). El programa tiene ciertas limitantes como el número de datos que pude analizar y la cantidad de ceros implicados en el análisis así que a mayor cantidad de ceros en la base de datos el resultado y el análisis eran menos probables. La base de datos era de la cobertura de las especies presentes en cada cuadrante.

En el caso de Amealco únicamente hay dos fechas con la cantidad suficiente de datos a analizar por lo que sólo de éstas se hace el análisis de ordenamiento. En el caso de Huimilpan en la primera fecha de muestreo sólo había una especie que estaba en dos cuadrantes por lo que la cantidad de datos a analizar no fue suficiente.

Se analizaron los datos de cobertura por medio del programa PC ORD Versión 2 y Clusters en el programa J.M.P. versión 3.0. Los clusters se hicieron con el método de centroide para tablas de menos de 100 datos.

En las gráficas los nombres de las especies se muestran en una contracción usando las primeras dos letras de cada componente del binomio, o las primeras cuatro letras del taxa con el cual se identificó a la especie, las contracciones usada para cada organismo se encuentran en el anexo 1.

RESULTADOS

Recambio De Especies

Se obtuvo un listado de las especies que crecen en los microambientes muestreados, y se hizo un re-conteo de familias, géneros por familia y especies por género en cada charca muestreada. En los cuadros 1 y 2 se muestra un Listado de especies encontradas en los microambientes de las charcas durante un año, en el sitio Amealco y el sitio Huimilpan respectivamente.

Cuadro 1.-Listado de especies sitio **Amealco** Ordenado alfabéticamente de acuerdo al Género.

FAMILIA	ESPECIE	
Asteraceae	<i>Aster subulatus</i> Michx.	Maleza
Crassulaceae	<i>Crassula aquatica</i> (L.) Schoenl.	Hidrófita estricta
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon bilobatum</i> Morong.	Hidrófita estricta
Brassicaceae	<i>Eryngium cervantessi</i> Delar.f.	Tolerante
Amaranthaceae	<i>Gomphrena</i> sp.	Tolerante
Pontederiaceae	<i>Heteranthera peduncularis</i> Benth.	Hidrófita estricta
Poaceae	<i>Hydrochloa caroliniensis</i> Beauv.	Hidrofita tolerante
Isoetaceae	<i>Isoetes mexicana</i> Underw.	Hidrófita estricta
Asteraceae	<i>Jaegeria glabra</i> (S.Wats.) Rob.	Hidrofita tolerante
Juncaceae	<i>Juncus</i> sp.	Hidrofita tolerante
Lilaeaceae	<i>Lilaea scilloides</i> (Poir.) Hauman	Hidrófita estricta
Scrophulariaceae	<i>Limosella aquatica</i> L.	Hidrófita estricta
Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) Raven	Hidrofita tolerante
Marsileaceae	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	Hidrofita tolerante
Najadaceae	<i>Najas guadalupensis</i> (Sprengel)	Hidrófita estricta
Liliaceae	<i>Nothoscordum bivalve</i> L.	Hidrofita tolerante
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton diversifolius</i> Raf.	Hidrófita estricta
Alismataceae	<i>Sagittaria demersa</i> J.G. Smith	Hidrófita estricta
Lentibulariaceae	<i>Utricularia perversa</i> P. Taylor	Hidrófita estricta

En el sitio Amealco hay un total de 19 especies, pertenecientes a 18 familias. La familia con más representantes es Asteraceae con dos especies de géneros distintos.

Cuadro 2.- Listado de especies del Sitio **Huimilpan** ordenado alfabéticamente de acuerdo al Género.

FAMILIA	ESPECIE	
Asteraceae	<i>Aster subulatus</i> Michx.	Maleza
Azollaceae	<i>Azolla mexicana</i> Presl	Hidrófita estricta
Bacopaceae	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Pennell	Hidrófita tolerante
Callitrichaceae	<i>Callitriche deflexa</i> A. Braun	Hidrofita estricta
Crassulaceae	<i>Crassula aquatica</i> (L.) Schoenl.	Hidrofita estricta
Crassulaceae	<i>Crassulaceae</i>	Tolerante
Poaceae	<i>Cynodon sp.</i>	Maleza
Cyperaceae	<i>Cyperus sesleroides</i> HBK.	Hidrofita tolerante
Cyperaceae	<i>Eleocharis accicularis</i> (L.) Roemer & Schultes	Hidrofita tolerante
Cyperaceae	<i>Eleocharis montevidensis</i> Kunth	Hidrofita tolerante
Cyperaceae	<i>Eleocharis sp.</i>	Hidrofita tolerante
Brassicaceae	<i>Eryngium cervantessi</i> Delar.f.	Tolerante
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sp.</i>	Tolerante
Fabaceae	<i>Fabaceae</i> (Flor rosa)	Tolerante
Asteraceae	<i>Gnaphalium sp.</i>	Tolerante
Amaranthaceae	<i>Gomphrena sp.</i>	Tolerante
Pontederiaceae	<i>Heteranthera peduncularis</i> Benth	Hidrofita estricta
Poaceae	<i>Hydrochloa caroliniensis</i> Beauv.	Hidrofita tolerante
Isoetaceae	<i>Isoetes mexicana</i> Underw.	Hidrofita estricta
Asteraceae	<i>Jaegeria glabra</i> (S. Wats.) Rob.	Hidrofita tolerante
Juncaceae	<i>Juncus microcephalus</i> HBK.	Hidrofita tolerante
Juncaceae	<i>Juncus sp.</i>	Hidrofita tolerante
Lemnaceae	<i>Lemna minor</i> L.	Hidrofita estricta
Lilaeaceae	<i>Lilaea scilloides</i> (Poir.) Hauman	Hidrofita estricta
Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) Raven	Hidrofita tolerante
Marsileaceae	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	Hidrofita tolerante
Najadaceae	<i>Najas guadalupensis</i> (Sprengel)	Hidrofita estricta
Poaceae	<i>Panicum sp.</i>	Tolerante
Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	Tolerante
Polygonaceae	<i>Polygonum mexicanum</i> Small	Hidrofita tolerante
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton diversifolius</i> Raf.	Hidrofita estricta
Alismataceae	<i>Sagittaria demersa</i> J.G. Smith	Hidrofita estricta
Iridaceae	<i>Sisyrinchium cernuum</i> (Bickn) Kearney	Hidrofita tolerante
Lentibulariaceae	<i>Utricularia perversa</i> P. Taylor	Hidrofita estricta
Scrophulariaceae	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	Hidrofita estricta

En el sitio Huimilpan hay un total de 35 especies presentes estas pertenecen a 25 diferentes familias. Las familias mejor representadas son: Poaceae con cuatro especies de diferente género, Cyperaceae con cuatro especies pertenecientes a dos géneros, uno de ellos con tres

especies, Asteraceae con tres especies de tres géneros diferentes y Juncaceae con dos especies del mismo género.

En ambos sitios hay más especies reportadas que las mencionadas en los listados, pero no se encontraron en ningún momento en los puntos de muestreo. A continuación se da un listado de esas especies (Sánchez, G. 2001).

Cuadro 3.- Listado de especies de las charcas de Amealco y Huimilpan que no se localizaron en los puntos de muestreo (El listado está por orden alfabético de acuerdo al Género).

Familia	Especie	
Scrophulariaceae	<i>Bacopa rotundifolia</i> (Michx.) Wettst.	Hidrofita tolerante
Poaceae	<i>Brachiaria eruciformis</i>	Tolerante
Poaceae	<i>Chaetium bromoides</i> (Presl) Benth.	Tolerante
Brassicaceae	<i>Eryngium mexicanum</i>	Tolerante
Asteraceae	<i>Helenium mexicanum</i> Kunth.	Tolerante
Pontederiaceae	<i>Heteranthera rotundifolia</i> (Kunth) Griseb.	Hidrofita tolerante
Haloragaceae	<i>Myriophyllum hippuroides</i> Nutt. ex Torr. & A. Gray.	Hidrofita estricta
Asteraceae	<i>Tagetes pringlei</i> S. Watson	Tolerante

Numero de especies por sitio

En las figuras 3 y 4 se representa el número de especies registradas en todos los cuadrantes de cada sitio durante cada una de las fechas de muestreo. En el sitio Amealco hay 8 cuadrantes, el máximo número se alcanza después de casi tres meses de inundación correspondiendo a 13. En el sitio Huimilpan hay 10 cuadrantes, el máximo de especies se alcanza con 25. En ambos sitios el número máximo incluye hidrófitas estrictas así como plantas tolerantes y malezas.

Figura 3.- Número de especies por fecha en Sitio Amealco

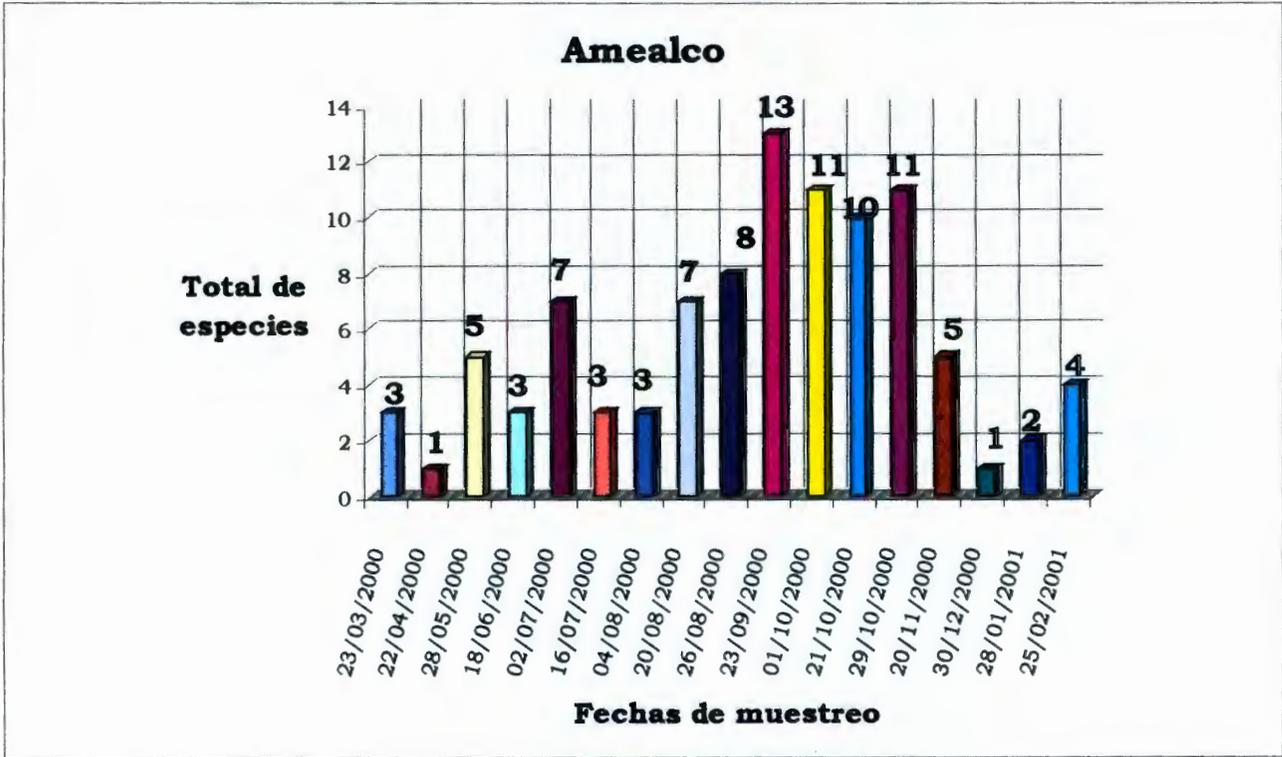
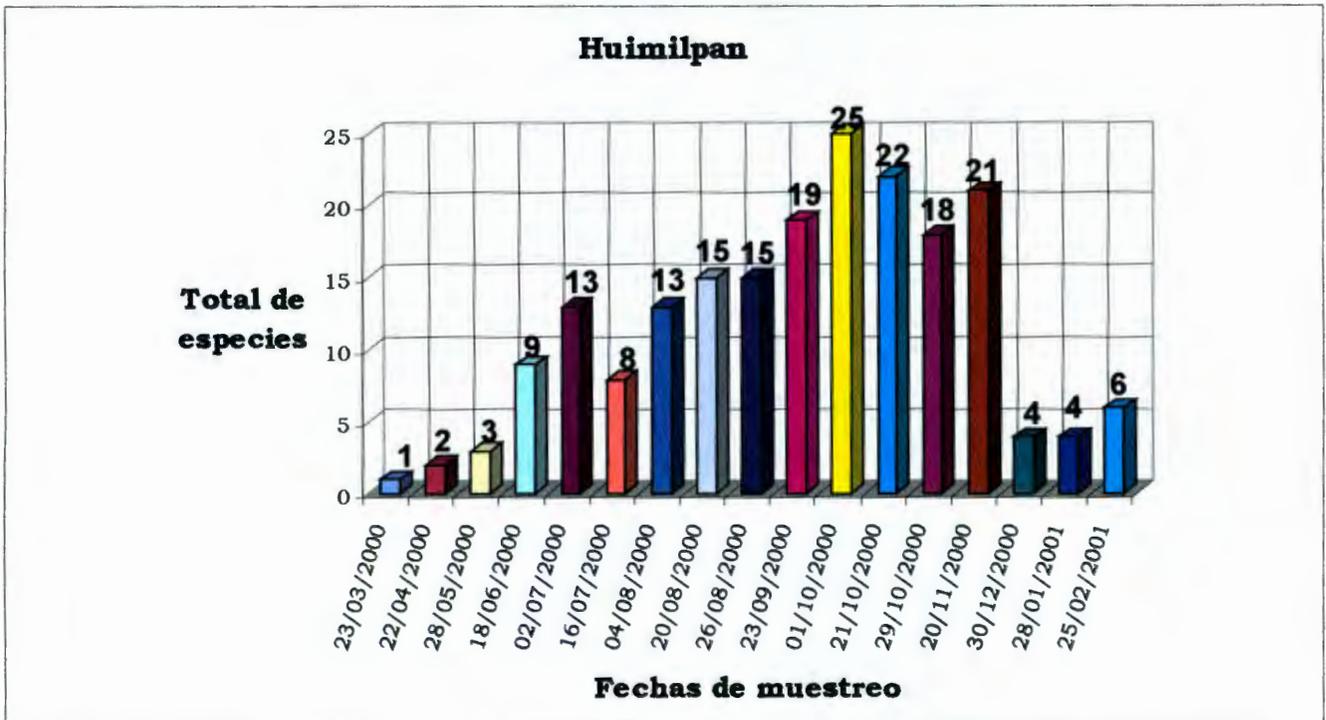


Figura 4.- Número de especies por fecha en el sitio Huimilpan



Cambios En La Composición Florística

El total de especies que crecen en cada sitio no representa el total de especies de todo el charco, había un par de especies que nunca se registraron en los puntos de muestreo. De un total de 44 especies reportadas para el sitio Huimilpan (Martínez y García 2001) y un total de 21 especies para el sitio Amealco en el primero se registraron 37 y en el segundo 19.

El cuadro 4 muestra el total de especies que aparecieron durante el muestreo, algunas sólo aparecen una vez, la relación de frecuencia 100% corresponde a 17 fechas de muestreo, el 100% de fechas en secas corresponde a 7 y el 100% en inundación corresponde a 10.

El mayor número de especies que se puede encontrar durante la sequía es de cuatro, de esas cuatro, sólo dos aparecen también en la época de inundación y las otras dos sólo aparecen durante la sequía. Las especies que se pueden encontrar en sequía y en anegación en el sitio Amealco son dos: *Eryngium cervantesii* y *Marsilea quadrifolia*. Estas especies aún cuando se encuentren en los dos hidroperíodos no se encuentran durante todo el año, la primera de las especies sólo aparece en un 29.4% de un total de 17 fechas de muestreo y la mayoría de sus apariciones es durante la época de sequía, la segunda especie aparece en un 94.1% y la mayoría de sus apariciones son durante la época de inundación.

El número de especies encontradas durante la época de inundación es de 16 de las cuales 10 son hidrófitas estrictas, las seis especies restantes son hidrófitas tolerantes. La mayoría de las especies que se encuentran en secas no aparece durante la inundación y lo mismo sucede con las especies que aparecen en inundación.

Cuadro 4.- Cambios en la composición florística y estructural del **Sitio Amealco.** (Frec.= Frecuencia).

ESPECIE	APARICIONES (Fechas)	FRECUENCIA RELATIVA (En 17 Fechas)	FREC. EN PORCENTAJE (En 17 fechas)	FREC. DE APARICIÓN EN SECAS (En 7 Fechas)	FREC. DE APARICIÓN EN INUNDACIÓN (En 10 Fechas)
<i>Aster subulatus</i>	1	.059	5.9%	100%	0%
<i>Crassula aquatica</i>	4	.235	23.5%	0%	100%
<i>Eryngium cervantesii</i>	5	.294	29.4%	80%	20%
<i>Eriocaulon bilobatum</i>	2	.118	11.8%	0%	100%
<i>Gomphrena sp.</i>	2	.118	11.8%	100%	0%
<i>Heteranthera peduncularis</i>	7	.412	41.2%	0%	100%
<i>Hydrochloa caroliniensis</i>	12	.706	70.6%	0%	100%
<i>Isöetes mexicana</i>	4	.235	23.5%	0%	100%
<i>Jaegeria glabra</i>	4	.235	23.5%	0%	100%
<i>Juncus sp.</i>	2	.118	11.8%	0%	100%
<i>Lilaea scilloides</i>	5	.294	29.4%	0%	100%
<i>Limosella aquatica</i>	2	.118	11.8%	0%	100%
<i>Ludwigia peploides</i>	1	.059	5.9%	0%	100%
<i>Marsilea quadrifolia</i>	16	.941	94.1%	18.75%	81.25%
<i>Najas guadalupensis</i>	6	.353	35.3%	0%	100%
<i>Nothoscordum bivalve</i>	3	.177	17.7%	0%	100%
<i>Potamogeton deversifolius</i>	4	.235	23.5%	0%	100%
<i>Sagittaria demersa</i>	8	.471	47.1%	0%	100%
<i>Utricularia perversa</i>	6	.353	35.3%	0%	100%

El cuadro 5 muestra el total de especies que aparecieron durante el muestreo, algunas sólo aparecen una vez, la relación de frecuencia 100% corresponde a 17 fechas de muestreo, el 100% de fechas en secas corresponde a 7 y el 100% en inundación corresponde a 10.

De 35 especies presentes en el sitio, nueve se pueden encontrar en los dos hidroperíodos, seis de esas especies se presentan principalmente durante la inundación, las tres restantes se encuentran en igual proporción. Las especies que se pueden sólo encontrar durante la inundación son 26 de las cuales 12 son hidrófitas estrictas, ocho son hidrófitas tolerantes, cinco son tolerantes y una maleza. No hay especies que se presenten sólo durante la sequía.

Cuadro 5.- Cambios en la composición florística y estructural del **Sitio Huimilpan** (Frec.= Frecuencia).

ESPECIE	APARICIONES (Fechas)	FRECUENCIA RELATIVA (En 17 Fechas)	FREC. EN PORCENTAJE (En 17 fechas)	FREC. DE APARICIÓN EN SECAS (En 7 Fechas)	FREC. DE APARICIÓN EN INUNDACIÓN (En 10 Fechas)
<i>Aster subulatus</i>	2	.118	11.8 %	50%	50%
<i>Azolla mexicana</i>	4	.235	23.5%	0%	100%
<i>Bacopa monnieri</i>	1	.059	5.9%	0%	100%
<i>Callitriche deflexa</i>	7	.412	41.2%	0%	100%
<i>Crassula aquatica</i>	7	.412	41.2%	0%	100%
<i>Crassulaceae</i>	4	.235	23.5%	0%	100%
<i>Cynodon sp.</i>	10	.588	58.8%	0%	100%
<i>Cyperus seslerioides</i>	3	.176	17.6%	0%	100%
<i>Eleocharis acicularis</i>	8	.471	47.1%	25%	75%
<i>Eleocharis montevidensis</i>	7	.412	41.2%	10%	90%
<i>Eleocharis sp.</i>	1	.059	5.9%	0%	100%
<i>Eringium cervantesii</i>	4	.235	23.5%	50%	50%
<i>Euphorbia sp.</i>	5	.294	29.4%	0%	100%
<i>Leguminosae</i>	3	.176	17.6%	0%	100%
<i>Gnaphalium sp.</i>	6	.353	35.3%	50%	50%
<i>Gomphrena sp.</i>	1	.059	5.9%	0%	100%
<i>Heteranthera peduncularis</i>	8	.471	47.1%	0%	100%
<i>Hydrochloa caroliniensis</i>	12	.706	70.6%	10%	90%
<i>Isoetes mexicana</i>	5	.294	29.4%	0%	100%
<i>Jaegeria glabra</i>	10	.588	58.8%	0%	100%
<i>Juncus microcephala</i>	4	.235	23.5%	0%	100%
<i>Juncus sp.</i>	1	.059	5.9%	0%	100%
<i>Lemna minor</i>	2	.118	11.8%	0%	100%
<i>Lilaea scilloides</i>	7	.412	41.2%	05	100%
<i>Ludwigia peploides</i>	10	.588	58.8%	30%	70%
<i>Marsilea quadrifolia</i>	17	1	100%	35.3%	64.7%
<i>Najas guadalupensis</i>	9	.529	52.9%	0%	100%
<i>Panicum sp.</i>	11	.647	64.7%	10%	90%
<i>Paspalum sp.</i>	1	.059	5.9%	0%	100%
<i>Polygonum mexicanum</i>	1	.059	5.9%	0%	100%
<i>Potamogeton diversifolius</i>	2	0.118	11.8%	0%	100%
<i>Sagittaria demersa</i>	11	.647	64.7%	0%	100%
<i>Sysirinchium cernuum</i>	5	.294	29.4%	0%	100%
<i>Utricularia perversa</i>	7	.412	41.2%	0%	100%
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	1	.059	5.9%	0%	100%

Valor de importancia

El valor de importancia es un valor relativo que se obtiene con la densidad frecuencia y cobertura relativas de cada especie, el valor máximo es de 300%.

En el cuadro seis se presenta el promedio anual del valor de importancia de las especies del sitio Amealco, donde las especies más importantes durante el año son *Hydrochloa caroliniensis*, *Marsilea quadrifolia* y *Eryngium cervantessi*. La primera es la especie más importante durante nueve fechas de muestreo, la segunda lo es durante seis fechas, la tercera lo es durante una sola (22 - Abril 2000).

Las tres especies que promedian los valores de importancia mayores durante el año son las especies más importantes en las fechas de muestreo a excepción de la fecha siete (04 - Agosto 2000) cuando la especie más importante es *Jaegeria glabra*.

Durante la época de inundación la especie más importante es *Hydrochloa caroliniensis*, y durante la de sequía es *Marsilea quadrifolia*.

Cuadro 6.- Valor de importancia anual por especie, sitio Amealco.

FAMILIA	ESPECIE	VALOR DE IMPORTANCIA ANUAL
Asteraceae	<i>Aster subulatus</i> Michx.	44.9113
Crassulaceae	<i>Crassula aquatica</i> (L.) Schoenl.	7.2853
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon bilobatum</i> Morong.	10.1148
Brassicaceae	<i>Eryngium cervantessi</i> Delar.f.	103.5101
Amaranthaceae	<i>Gomphrena</i> sp.	16.6683
Pontederiaceae	<i>Heteranthera peduncularis</i> Benth.	15.2149
Poaceae	<i>Hydrochloa caroliniensis</i> Beauv.	145.3124
Isoetaceae	<i>Isoetes mexicana</i> Underw.	15.9250
Asteraceae	<i>Jaegeria glabra</i> (S.Wats.) Rob.	43.6218
Juncaceae	<i>Juncus</i> sp.	11.2266
Lilaeaceae	<i>Lilaea scilloides</i> (Poir.) Hauman	12.3396
Scrophulariaceae	<i>Limosella aquatica</i> L.	5.5168
Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) Raven	3.2013
Marsileaceae	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	118.8825
Najadaceae	<i>Najas guadalupensis</i> (Sprengel)	18.0967
Liliaceae	<i>Nothoscordum bivalve</i> L.	20.3817
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton diversifolius</i> Raf.	10.6032
Alismataceae	<i>Sagittaria demersa</i> J.G. Smith	15.4642
Lentibulariaceae	<i>Utricularia perversa</i> P. Taylor	15.3127

En el cuadro siete se presentan los valores anuales promedio de las especies presentes en el sitio Huimilpan, donde las especies más importantes a lo largo del año son: *Hydrochloa caroliniensis*, *Marsilea quadrifolia*, *Eryngium cervantessi*, *Jaegleria glabra*, *Utricularia perversa*, y *Panicum* sp. La primera es la especie más importante durante ocho fechas, la segunda lo es durante seis fechas, la tercera no lo es durante ninguna fecha, pero está presente durante cuatro fechas, la cuarta, quinta y sexta son las más importantes durante una fecha cada una.

Las cinco especies que promedian los valores de importancia mayores durante el año son las especies más importantes en las fechas de muestreo. Durante la época de inundación la especie más importante es *Hydrochloa caroliniensis* pero lo es sólo en ocho de las diez fechas que corresponden a este periodo, en las otras dos fechas las especies más importantes son *Panicum* sp. y *Utricularia perversa*. Durante la época de sequía la especie más importante es *Marsilea quadrifolia* pero lo es en seis de las siete fechas que corresponden a este periodo, en la otra la especie más importante es *Jaegleria glabra*.

(ver siguiente página)

Cuadro 7.- Valor de importancia anual por especie, sitio Huimilpan.

FAMILIA	ESPECIE	VALOR DE IMPORTANCIA ANUAL
Asteraceae	<i>Aster subulatus</i> Michx.	3.3478
Azollaceae	<i>Azolla mexicana</i> Presl	21.9284
Bacopaceae	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Pennell	5.5374
Callitrichaceae	<i>Callitriche deflexa</i> A. Braun	17.4892
Crassulaceae	<i>Crassula aquatica</i> (L.) Schoenl.	14.064
Crassulaceae	<i>Crassulaceae</i>	4.3754
Poaceae	<i>Cynodon</i> sp.	14.7395
Cyperaceae	<i>Cyperus sesleroides</i> HBK.	4.6209
Cyperaceae	<i>Eleocharis accicularis</i> (L.) Roemer & Schultes	7.9902
Cyperaceae	<i>Eleocharis montevidensis</i> Kunth	12.9870
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i> sp.	6.3725
Brassicaceae	<i>Eryngium cervantessi</i> Delar.f.	37.5353
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp.	5.7841
Fabaceae	<i>Fabaceae</i> (<i>Flor rosa</i>)	5.5253
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i> sp.	13.8678
Amaranthaceae	<i>Gomphrena</i> sp.	3.2636
Pontederiaceae	<i>Heteranthera peduncularis</i> Benth	10.1870
Poaceae	<i>Hydrochloa caroliniensis</i> Beauv.	76.653
Isoetaceae	<i>Isoetes mexicana</i> Underw.	7.9329
Asteraceae	<i>Jaegeria glabra</i> (S. Wats.) Rob.	37.1360
Juncaceae	<i>Juncus microcephalus</i> HBK.	7.2270
Juncaceae	<i>Juncus</i> sp.	2.8480
Lemnaceae	<i>Lemna minor</i> L.	3.6226
Lilaeaceae	<i>Lilaea scilloides</i> (Poir.) Hauman	9.1994
Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) Raven	11.3861
Marsileaceae	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	92.172
Najadaceae	<i>Najas guadalupensis</i> (Sprengel)	20.6624
Poaceae	<i>Panicum</i> sp.	25.4244
Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.	3.0161
Polygonaceae	<i>Polygonum mexicanum</i> Small	4.7159
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton diversifolius</i> Raf.	2.9396
Alismataceae	<i>Sagittaria demersa</i> J.G. Smith	17.5239
Iridaceae	<i>Sisyrinchium cernuum</i> (Bickn) Kearney	4.6633
Lentibulariaceae	<i>Utricularia perversa</i> P. Taylor	27.0079
Scrophulariaceae	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	4.2167

Diversidad del sitio

En el cuadro 8 se muestran los valores obtenidos para el índice de diversidad Shannon-Weiner (Krebs, 1989) para cada fecha en los sitios; no se hace una comparación debido a que el número máximo de especies encontrado en cada sitio es dispar, así como el número de puntos de muestreo. Las charcas comparten la mayor parte de las especies, pero no contienen las mismas, así que no se puede comparar por las especies presentes (al menos en este análisis). El número máximo de diversidad se obtiene en ambos sitios durante la misma fecha -Octubre 01- en el sitio Amealco no coinciden las fechas donde se obtiene el máximo número de especies registradas (ver figura 3) y el número máximo de diversidad, en el sitio Huimilpan si coinciden las fechas (ver figura 4).

En ambos sitios, en la fecha Julio 16, debido al pastoreo intensivo y la cercanía con la carretera, hay un descenso en la diversidad, en Amealco es de 1.23713386 y en el sitio Huimilpan es de 0.20731768.

Cuadro 8.- Índice de diversidad Shannon-Weiner

FECHA	SITIO AMEALCO	SITIO HUIMILPAN
Marzo 23 -2000	0.10410317	0.10410317
Abril 22 -2000	0.21846206	0.218462059
Mayo 28 -2000	0.81118931	0.67440271
Junio 18 -2000	1.97525894	0.32611757
Julio 02 -2000	1.62478047	0.48804361
Julio 16 -2000	0.38764661	0.28072593
Agosto 04 -2000	1.31408909	0.80089195
Agosto 20 -2000	1.74866335	0.87549791
Agosto 26 -2000	1.93909224	0.91832803
Septiembre 23 -2000	2.23252135	0.51150263
Octubre 01 -2000	2.54641175	1.06428222
Octubre 21 -2000	2.39186132	0.57916249
Octubre 29 -2000	1.26889686	0.59496653
Noviembre 20 -2000	1.64128352	0.86875479
Diciembre 30 -2000	0.32381748	0.323817479
Enero 28 -2001	0.2459572	0.27619092
Febrero 25 -2001	0.57073343	0.83587768

Homogeneidad Temporal y Espacial

Los resultados se presentan en el siguiente orden, la primera parte de la prueba de varianza (χ^2) correspondiente cada sitio (Figuras 5 y 6), que resuelve la homogeneidad temporal en seguido por la segunda parte con los dos componentes del sitio Amealco (Figuras 7 a 24), y por último la segunda parte con los dos componentes del sitio Huimilpan (Figuras 25 a 42).

En la Figura 5 se muestran los resultados de la prueba de χ^2 para el sitio Amealco. La línea azul representa el valor obtenido en tablas con 55 grados de libertad y un nivel de significancia de 0.05 (valor de 67.5), la línea verde representa el valor con un nivel de significancia de 0.01 (valor de 76.16). La línea de color rosa representan los valores obtenidos al realizar la prueba. Los puntos que se presentan por encima de las líneas azul y verde son aquellos en donde no hay homogeneidad dentro del charco en cuanto al número de especies presentes en las fechas de muestreo. En realidad no hay diferencia en los niveles de significancia de 0.05 y 0.01 para el sitio Amealco (Ver figura 5).

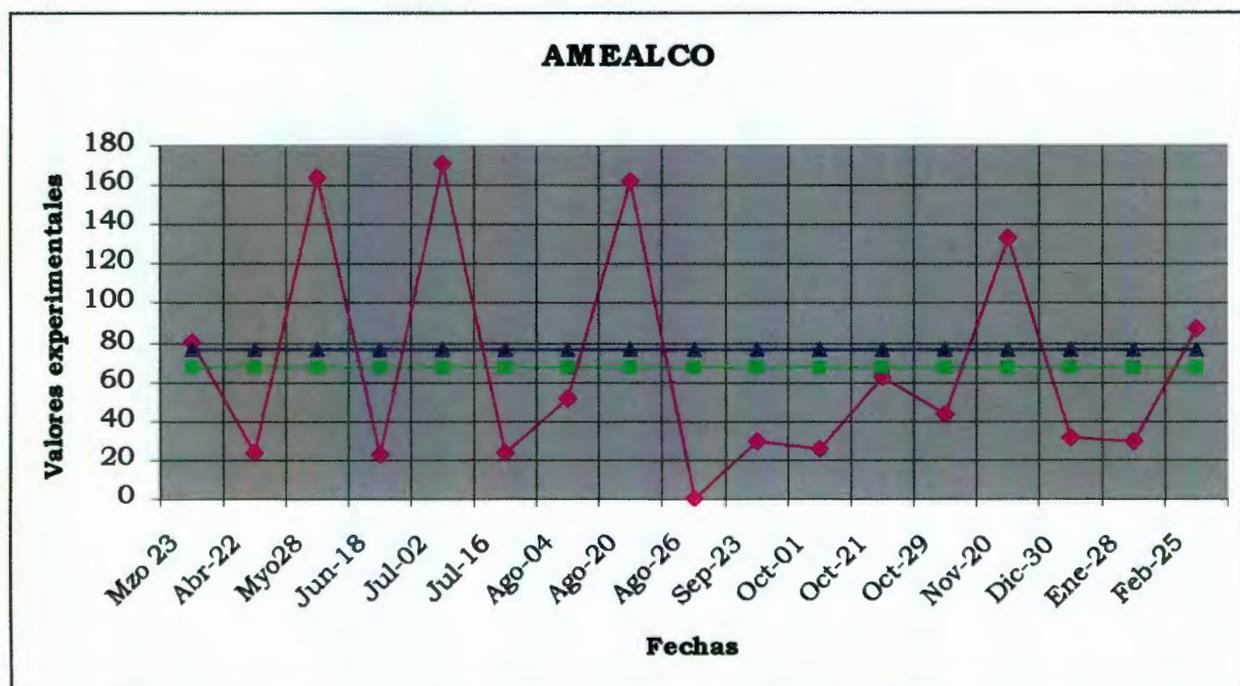


Figura 5.- En esta gráfica son 6 los puntos no homogéneos, correspondientes al 35.29% de las fechas muestreadas.

Sitio Huimilpan

En la figura 6 se muestran los resultados de la prueba de χ^2 para el sitio Huimilpan. La línea azul representa el valor obtenido en tablas con 89 grados de libertad y un nivel de significancia de 0.05 (valor de 101.88). La línea verde representa el valor obtenido con un nivel de significancia de 0.01 (valor de 112.33). La línea de color rosa representan los valores obtenidos al realizar la prueba. Los puntos que se presentan por encima de las líneas azul y verde son aquellos en donde no hay homogeneidad dentro del charco en cuanto al número de especies presentes en las fechas de muestreo. En realidad no hay diferencia notoria en los niveles de significancia de 0.05 y 0.01 para el sitio Huimilpan, pues sólo una fecha (28-Mayo 2000) presenta diferencia y representa el 5.08% del total (Ver Figura 6).

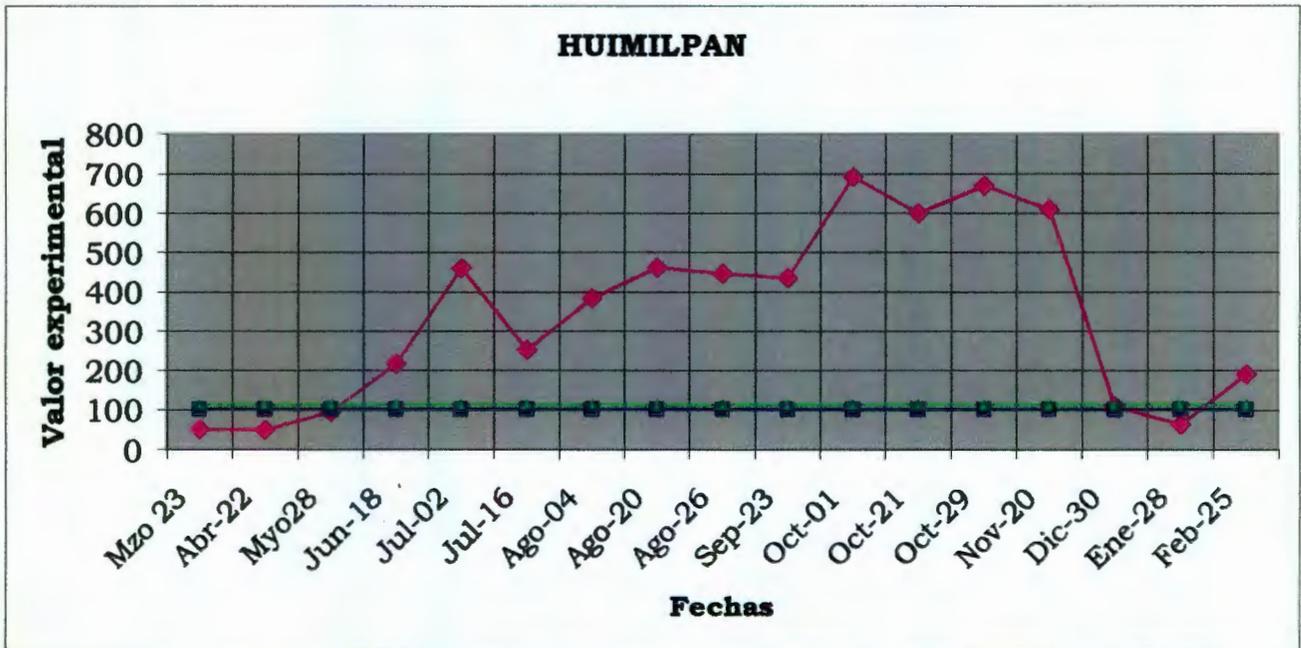


Figura 6.- En esta gráfica son 14 los puntos no homogéneos, correspondientes al 82.35% de las fechas muestreadas.

Segunda parte

Sitio Amealco

En la figura 7 la línea azul representa el valor de tablas (14.07) con 7 grados de libertad (g.l.) y un nivel de significancia (S.L.) de 0.05. La línea verde representa el valor de tablas con S.L. de 0.01. La línea de color rosa representan el valor experimental obtenido con la fórmula mencionada en la metodología. Los puntos por encima de las líneas son aquellos que no son homogéneos de una fecha a otra en cuanto al número de especies presentes en los cuadrantes. La diferencia entre 0.05 S.L. y 0.01 S.L. es de dos fechas, y desde el punto de vista estadístico no hay diferencia entre uno y otro nivel de significancia.

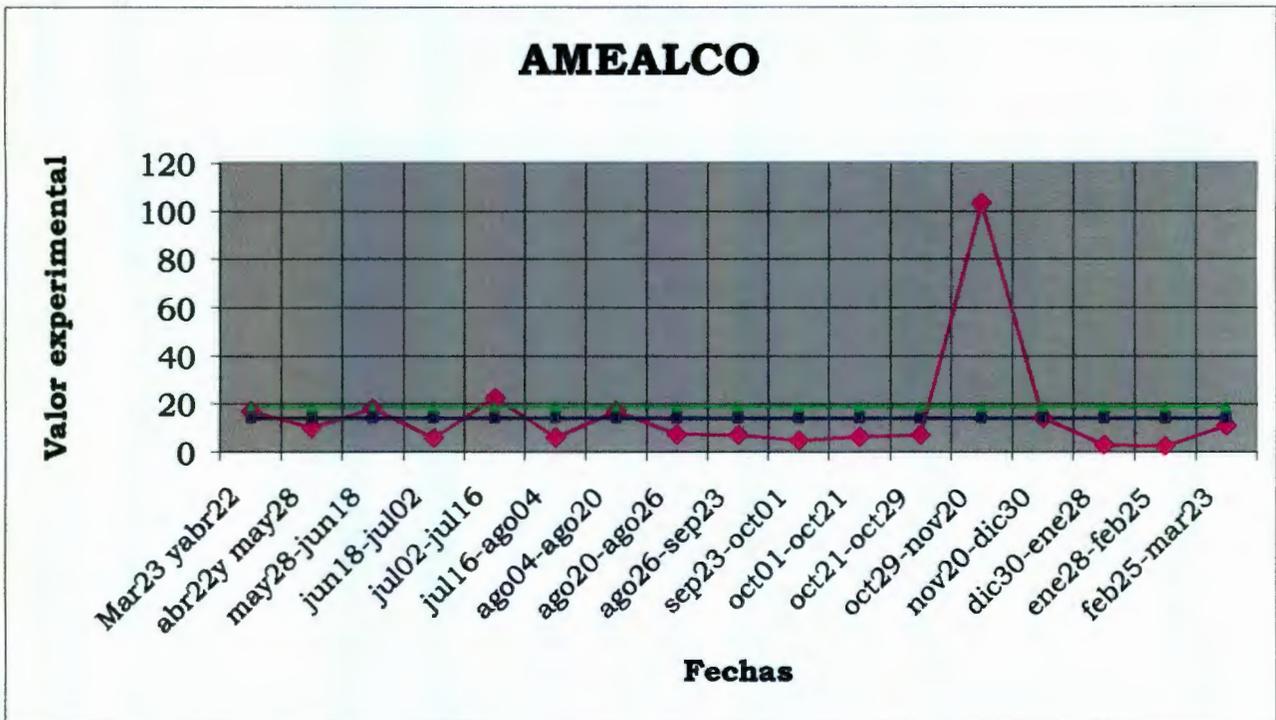


Figura 7.- En la gráfica se observan seis sitios localizados por encima de la línea azul, sólo uno es claramente diferente a la fecha anterior. El porcentaje representado por los cinco puntos es de 35.30%. Por encima de la línea verde hay cuatro puntos y representan el 23.53%.

De la segunda parte de la prueba se obtuvieron 17 figuras de resultados obtenidas a partir de la fórmula mencionada en la metodología:

En las figuras 8 a 24 hay una línea azul que representa el valor de tablas obtenido con 7 g.l. (grados de libertad) y con un S.L. de 0.05 y corresponde a 14.07. La línea de colores está representando los valores experimentales obtenidos con la fórmula mencionada en el párrafo anterior. Los puntos localizados por encima de la línea azul son aquéllos donde no hay homogeneidad.

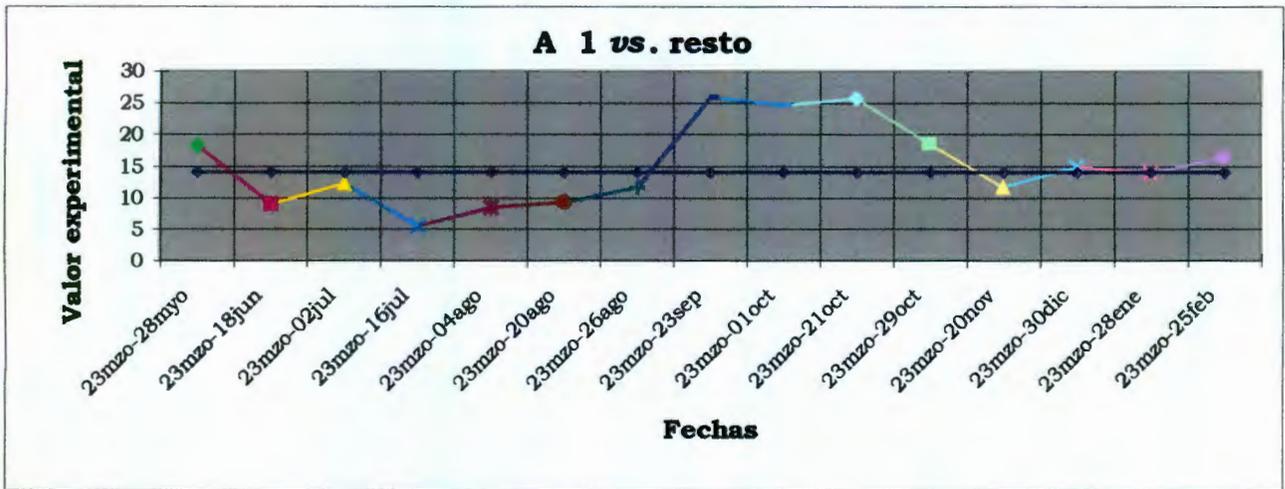


Figura 8.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 6 y corresponden al 35.30% del total.

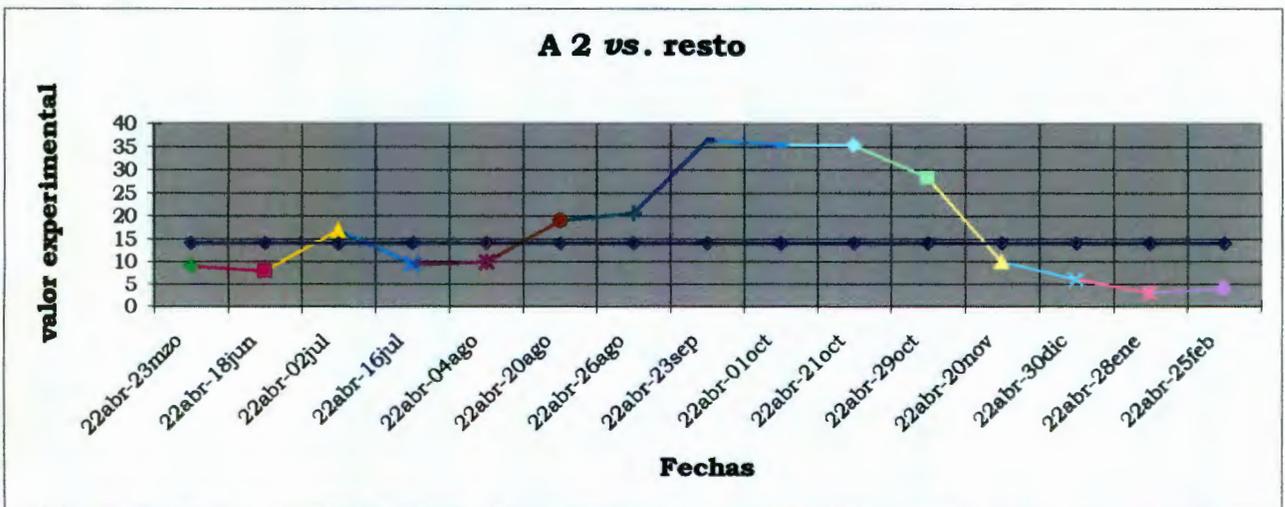


Figura 9.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 7 y corresponden al 41.18% del total.

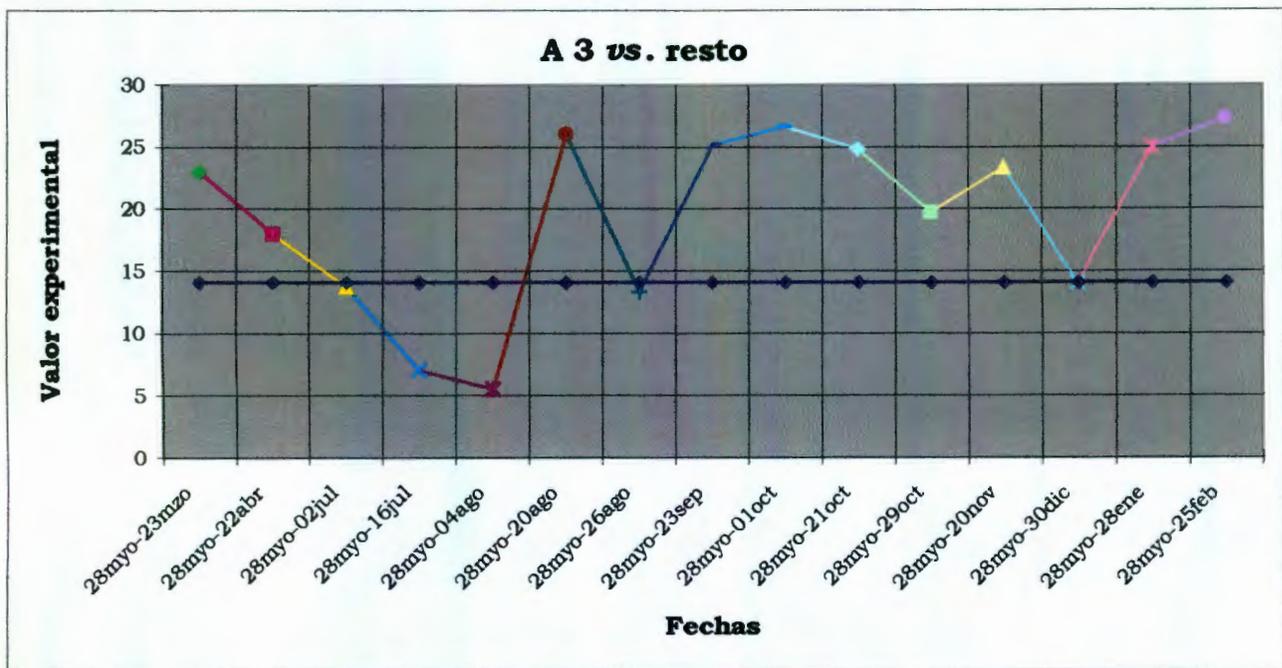


Figura 10.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 10 y corresponden al 58.82% del total.

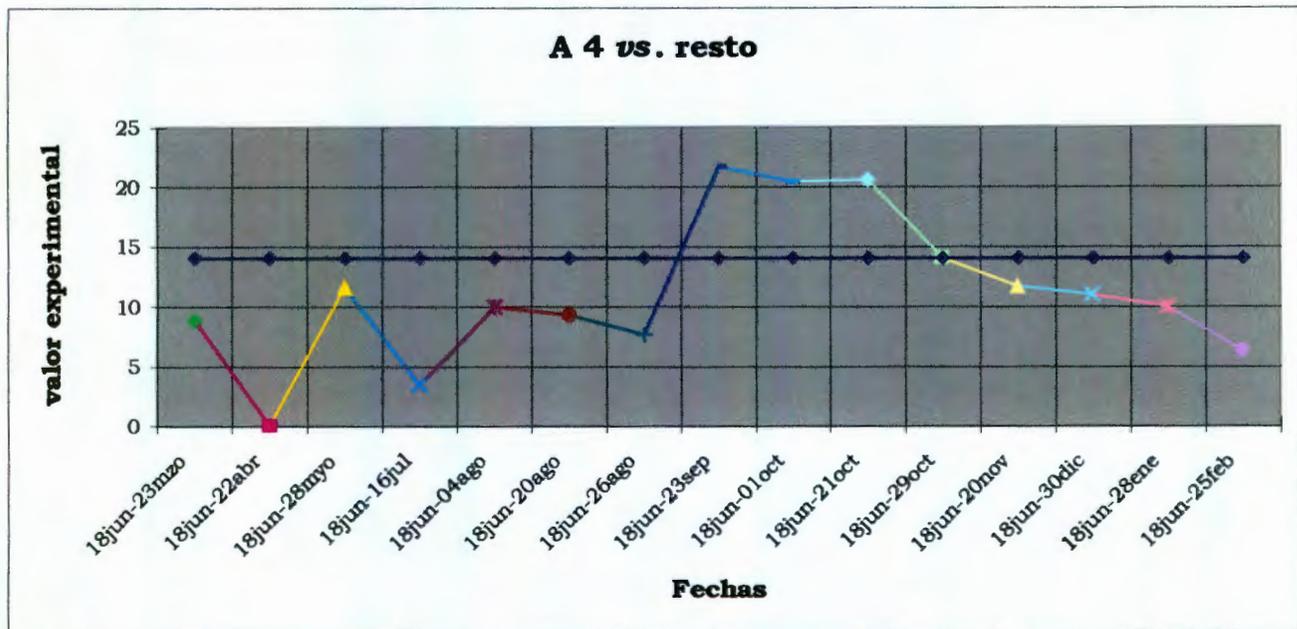


Figura 11.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 3 y corresponden al 17.65% del total.

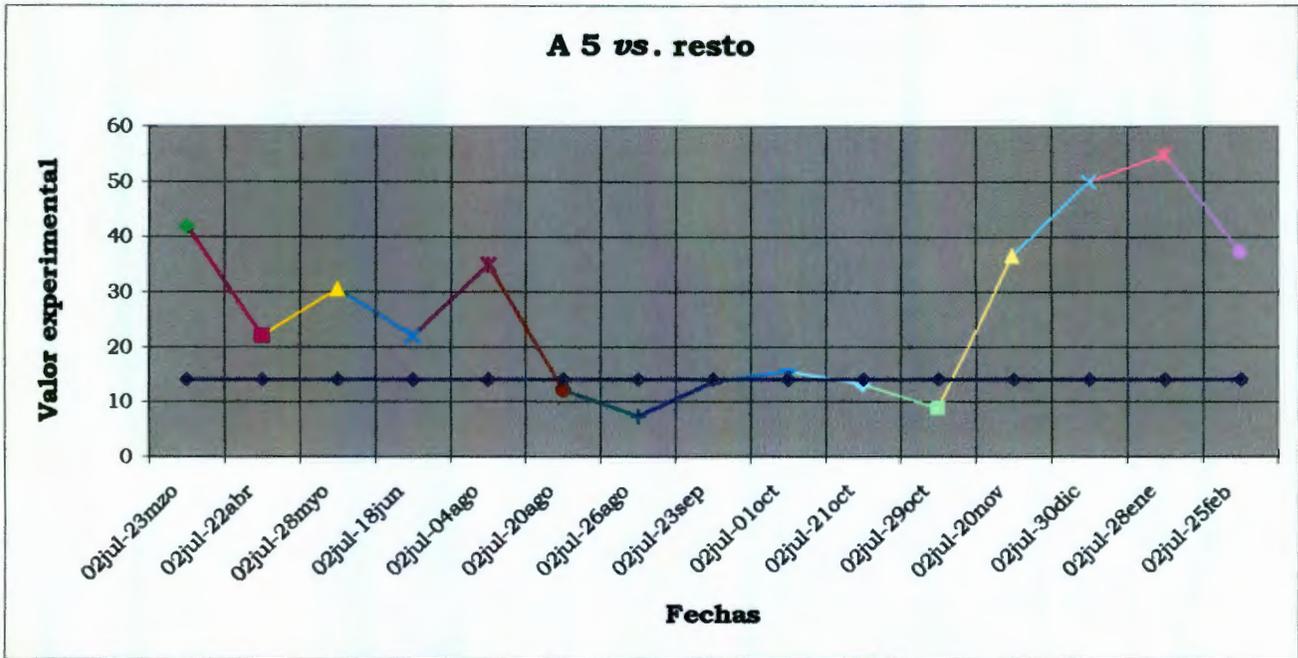


Figura 12.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 9 y corresponden al 52.94% del total.

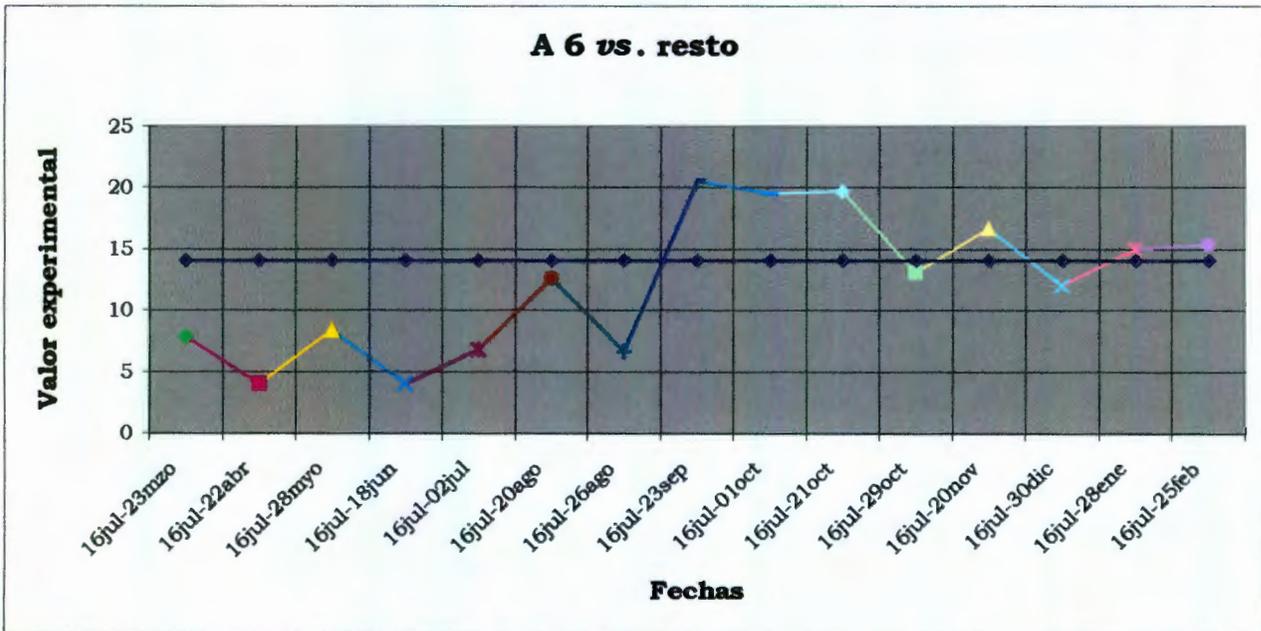


Figura 13.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 6 y corresponden al 35.30% del total.

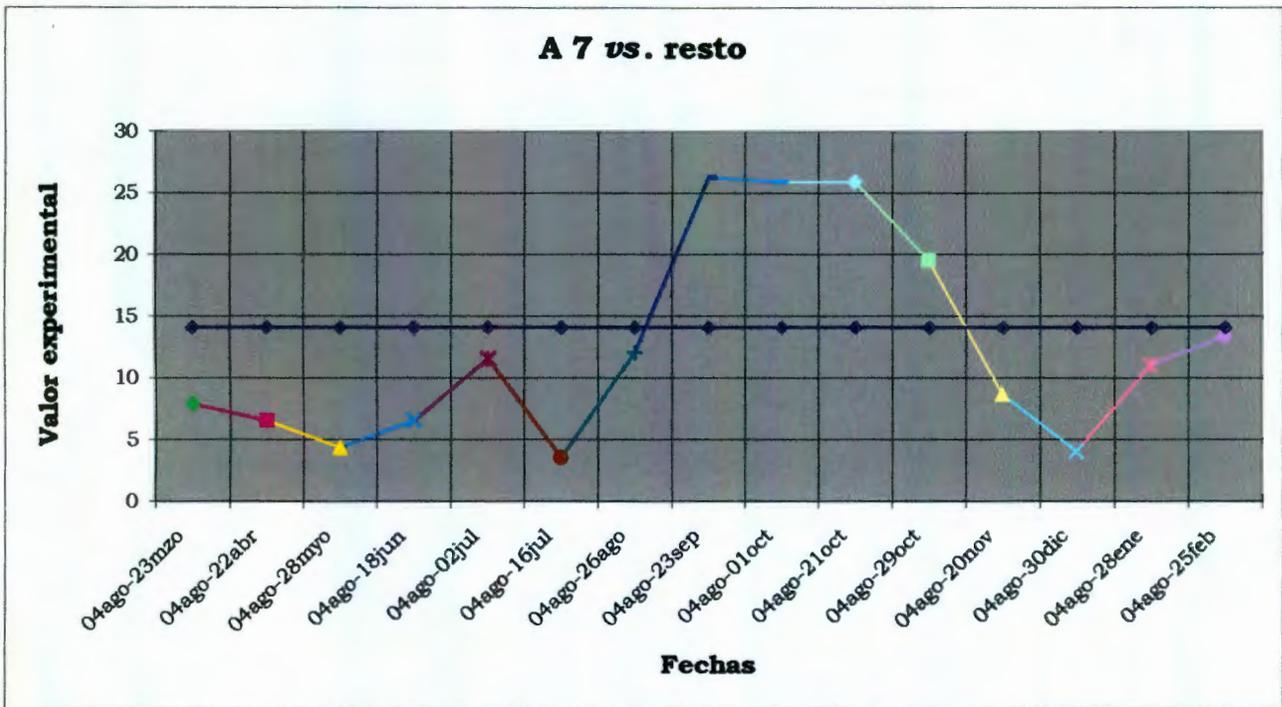


Figura 14.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 4 y corresponden al 23.53% del total.

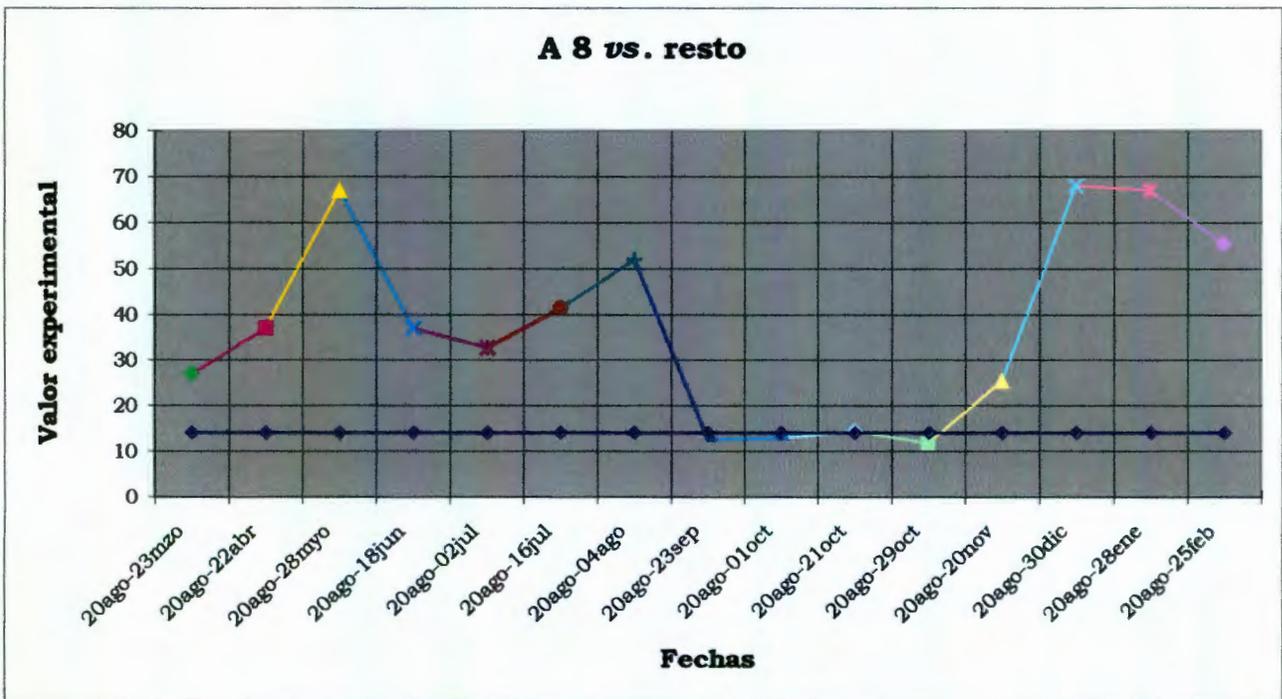


Figura 15.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 11 y corresponden al 64.71% del total.

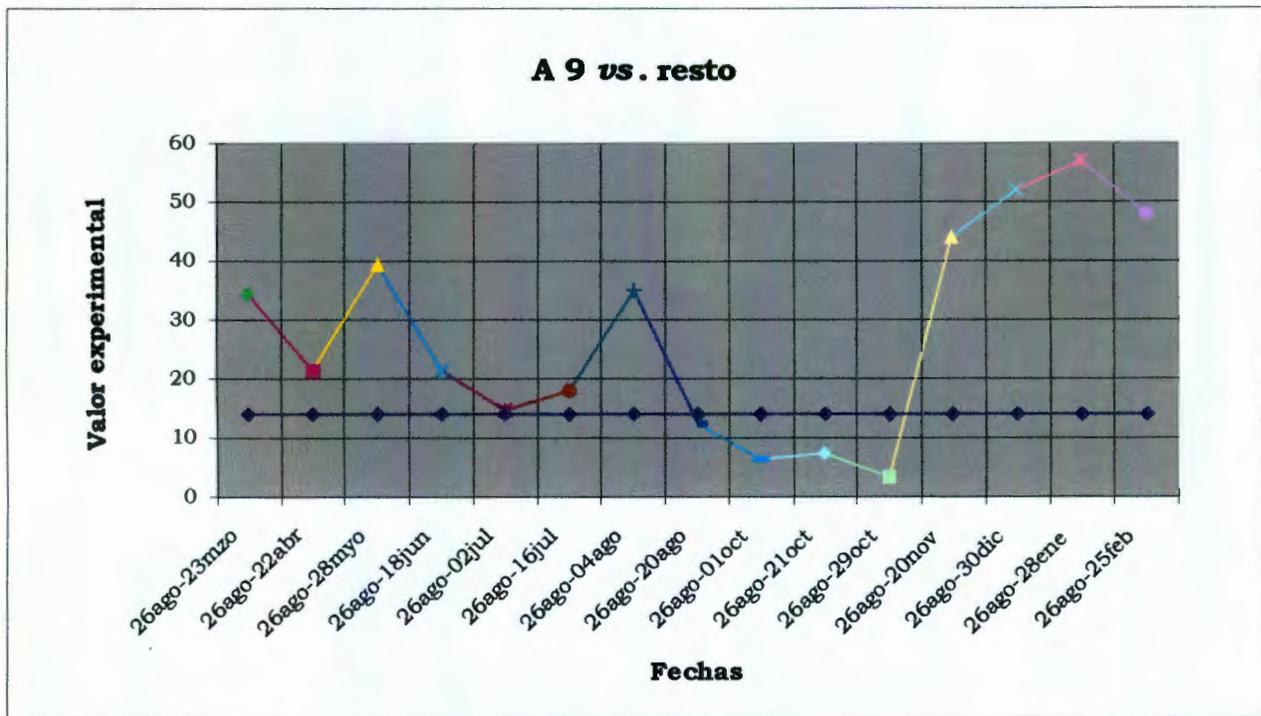


Figura 16.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 10 y corresponden al 58.82% del total.

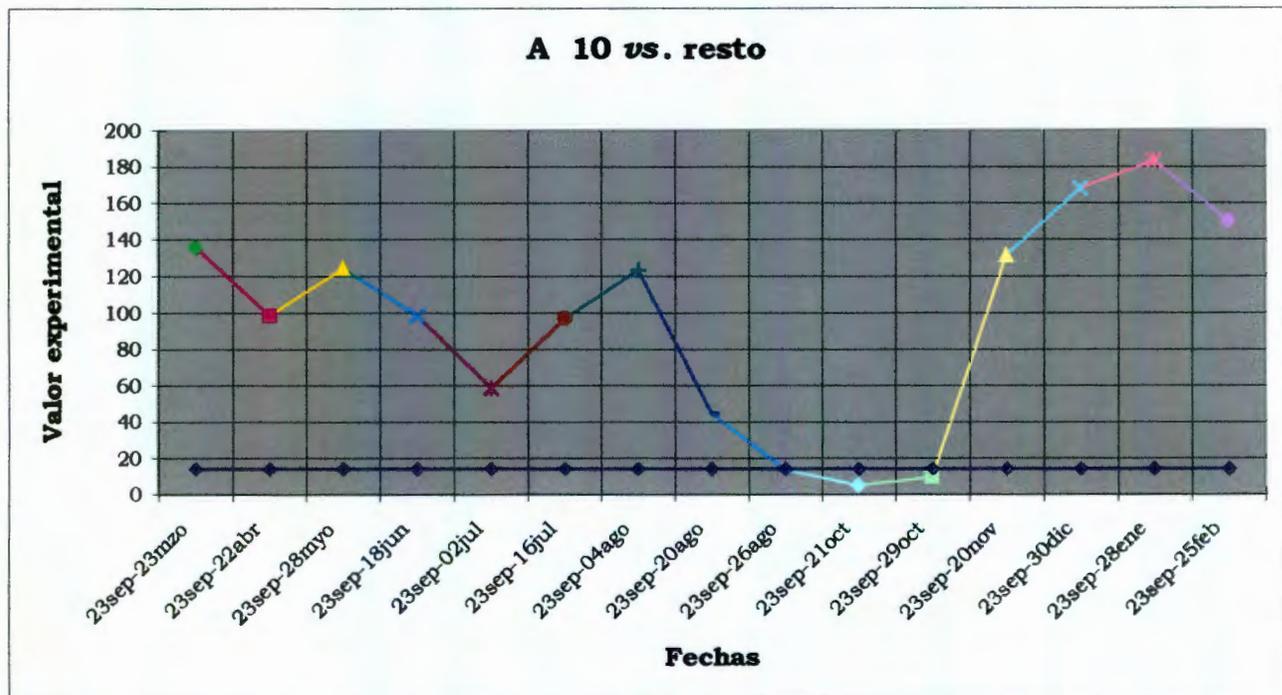


Figura 17.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 12 y corresponden al 70.59% del total.

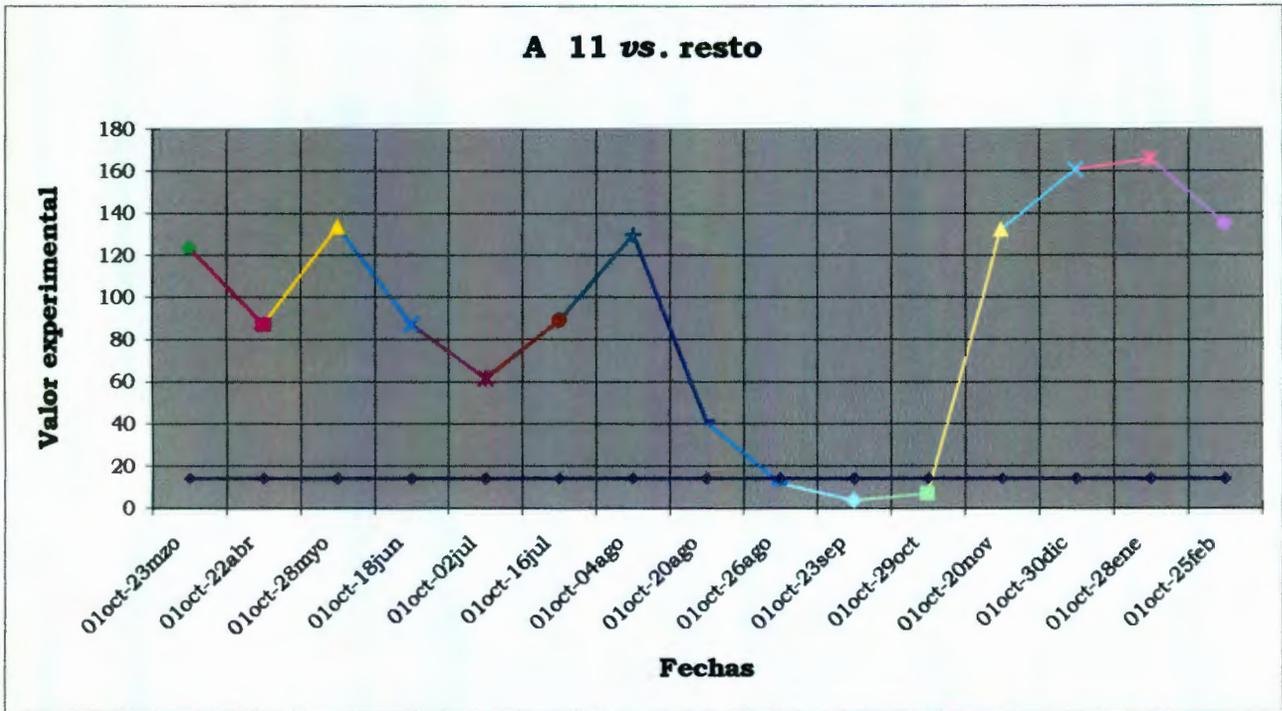


Figura 18.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 12 y corresponden al 70.59%.

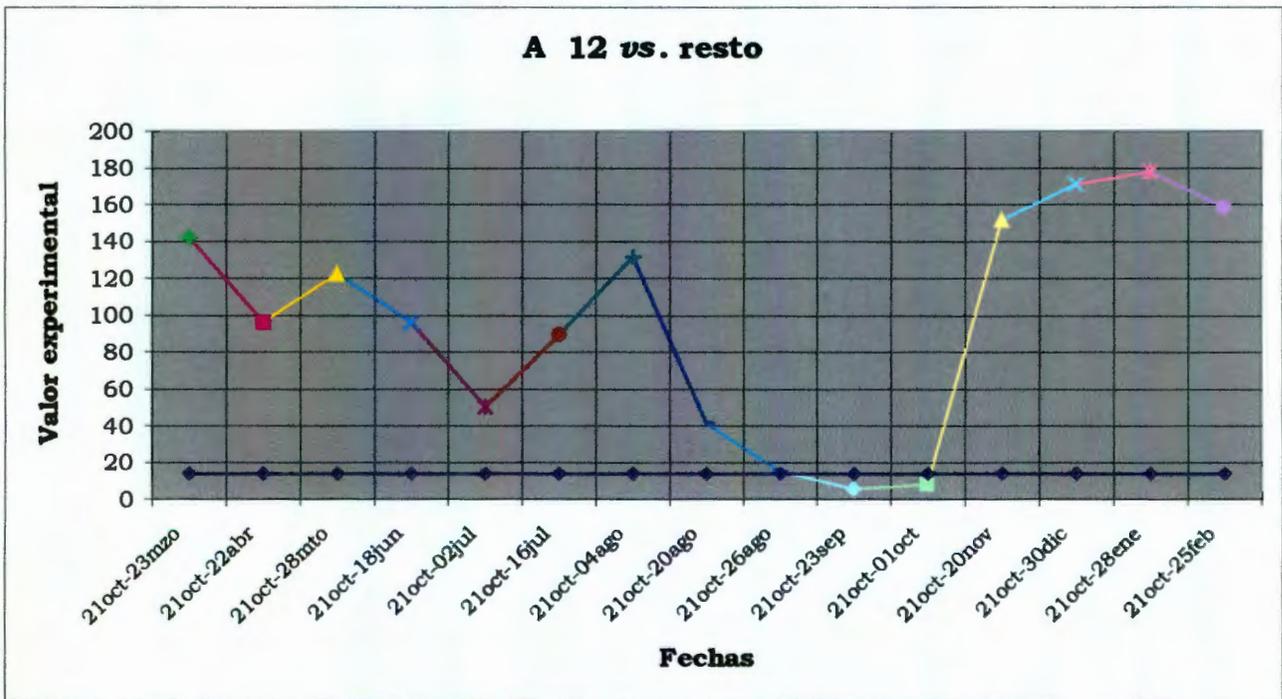


Figura 19.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 12 y corresponden al 70.59%.

A 13 vs. resto

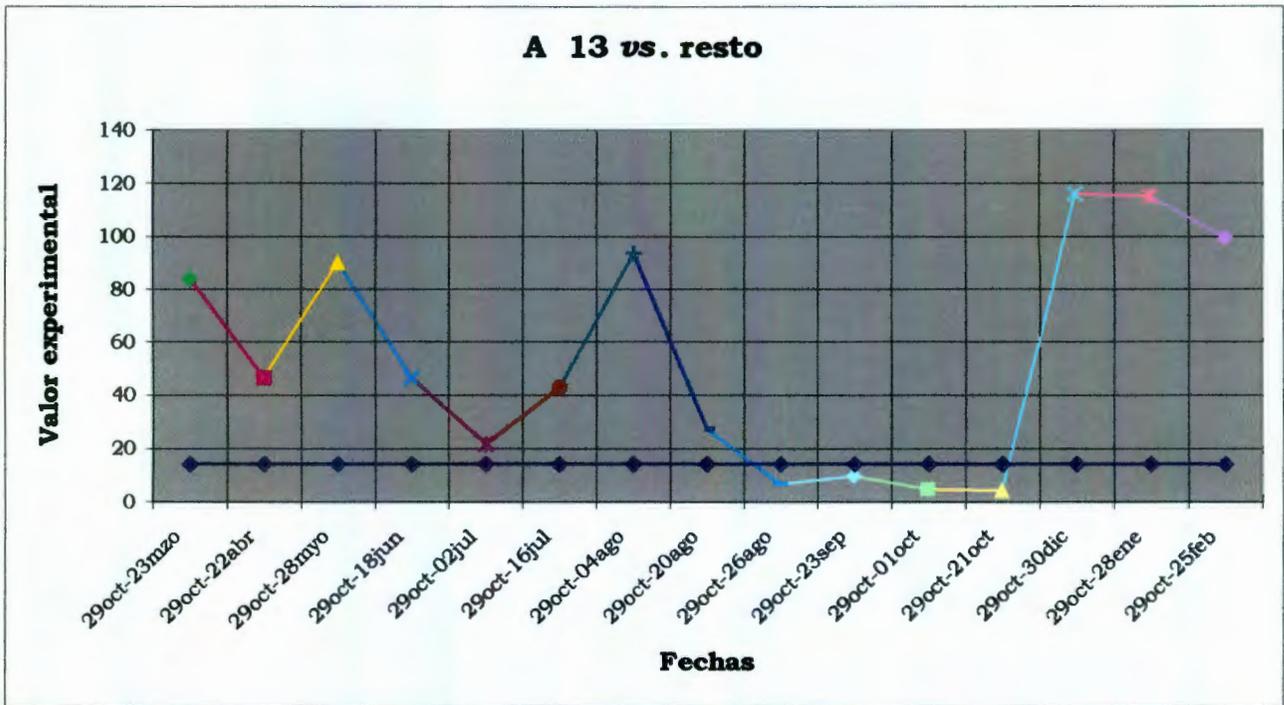


Figura 20.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 12 y corresponden al 70.59%.

A 14 vs. resto

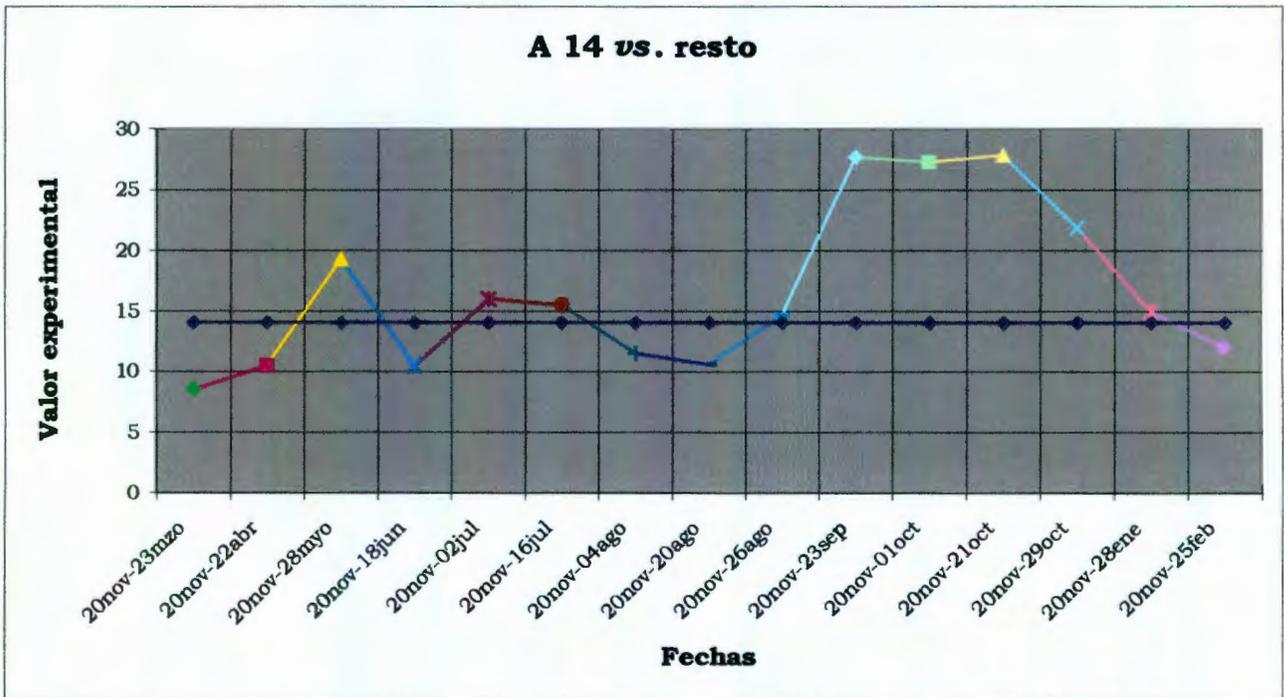


Figura 21.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 7 y corresponden al 41.18%.

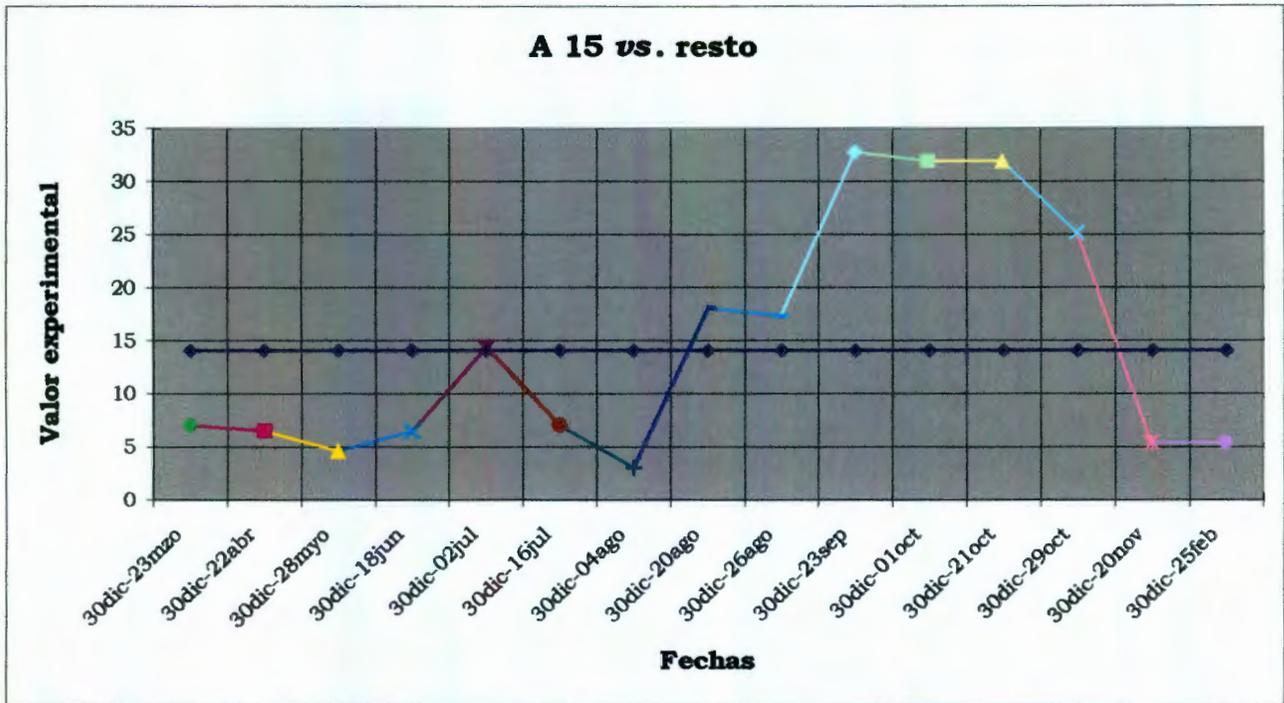


Figura 22- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 6 y corresponden al 35.30%.

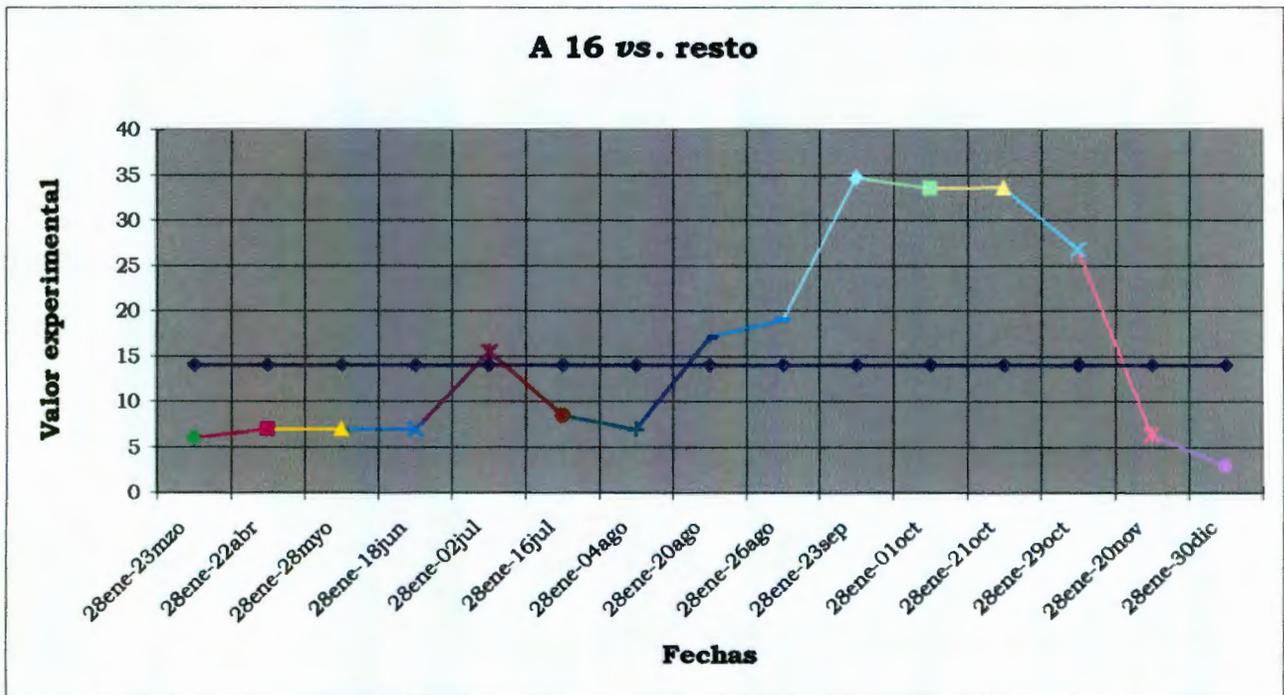


Figura 23.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 7 y corresponden al 41.18%.

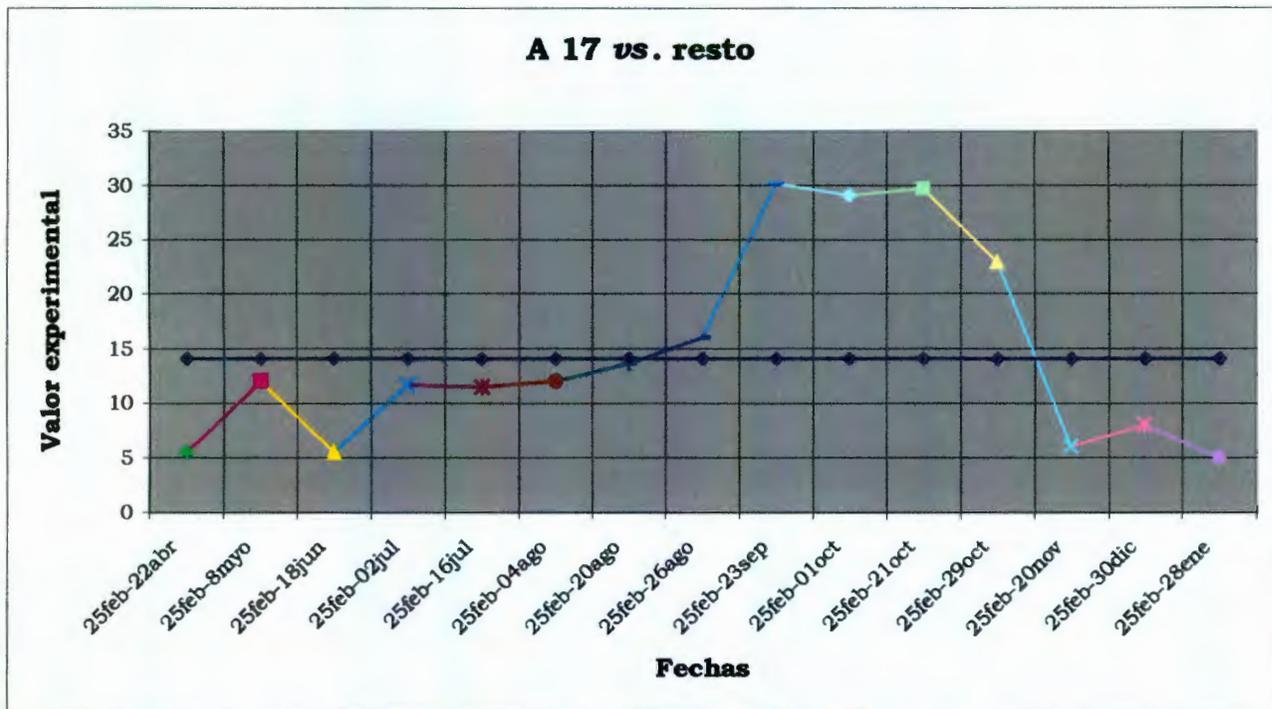


Figura 24.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 5 y corresponden al 29.41%.

Hay un cambio a lo largo del tiempo pues la fecha uno no es igual al resto, al hacer la prueba se ve que ésta va siendo diferente. El cambio de una fecha a otra no es abrupto sino gradual. Las primeras fechas (Figs. 8, 9, 10, 11) son diferentes a las fechas después del mes de septiembre, después que la primera lluvia logra inundar el charco (02-07-2000). Las primeras y las últimas fechas son diferentes (ver Fig. 12, 14, 16, 17, 18, 19, 20), pero la diferencia entre los valores obtenidos y los de tabla no es mucha y se puede deber a la ocasional lluvia, que no es suficiente para inundar al sitio pero sí para hacer crecer algunas especies oportunistas. Las últimas fechas que corresponden al período en que se está desecando la charca son diferentes a las fechas en que hay una mayor acumulación de agua (ver Fig. 21 a 24). Esas fechas son en las que se obtiene el máximo número de especies por charca (ver Fig. 3), y son también en las que se obtienen los mayores números en el índice de diversidad (ver cuadro 8) y cuando la especie más importante no es una sola. Lo anterior indica el cambio paulatino en la composición florística y estructural de la charca, el

desplazamiento de una especie como dominante en el sitio y la existencia de un mosaico de especies que compiten por recursos.

Sitio Huimilpan

En la figura 25 la línea azul representa el valor de tablas (16.92) con 9 grados de libertad (g.l.) y un nivel de significancia (S.L.) de 0.05. La línea verde representa el valor de tablas (21.67) con S.L. de 0.01. La línea de color rosa representan el valor experimental obtenido con la fórmula mencionada en la metodología. Los puntos por encima de las líneas son aquellos que no son homogéneos de una fecha a otra en cuanto al número de especies presentes en los cuadrantes. La diferencia entre 0.05 S.L. y 0.01 S.L. es de dos fechas, y desde el punto de vista estadístico no hay diferencia.

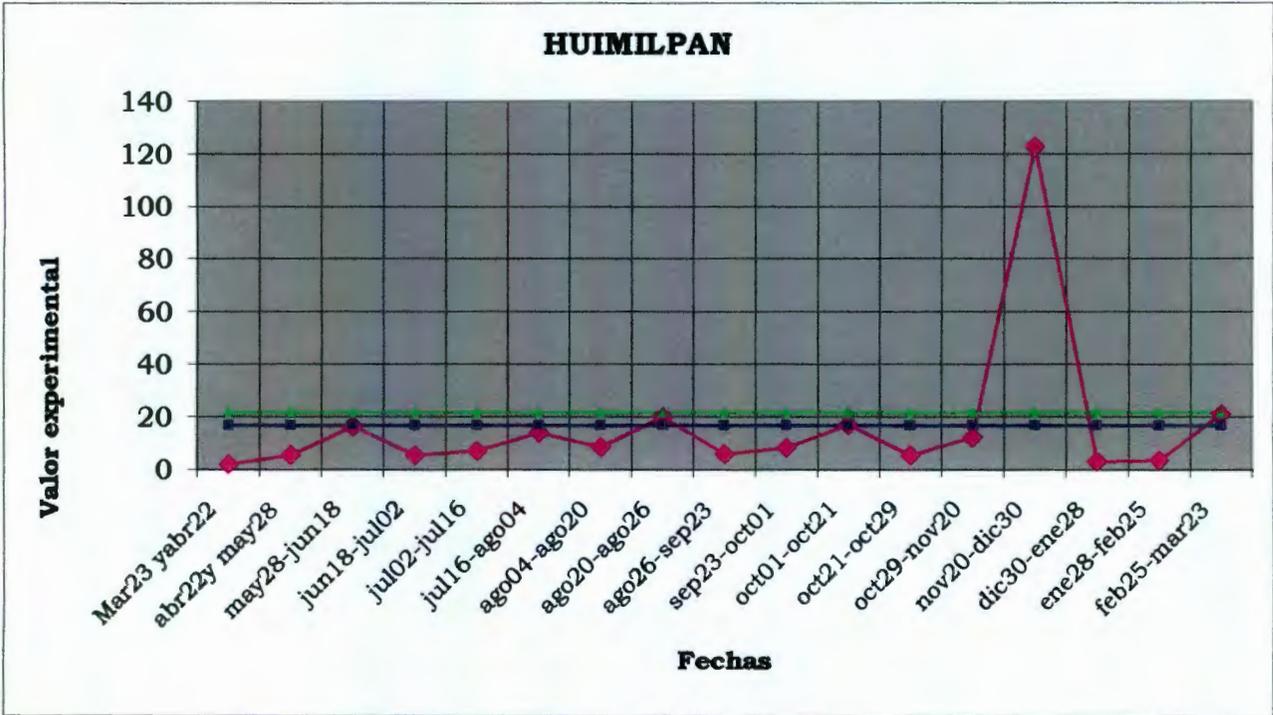


Figura 25.- En la gráfica se observan cinco sitios localizados por encima de la línea azul, sólo uno es claramente diferente a la fecha anterior. El porcentaje representado por los cinco puntos es de 29.41%. Por encima de la línea verde hay tres puntos y representan el 17.65%.

De la segunda parte de la prueba se obtuvieron 17 figuras de resultados obtenidas a partir de la fórmula mencionada en la metodología:

En todas las figuras 26 a 42 hay una línea azul que representa el valor de tablas obtenido con 9 g.l. y un S.L. de 0.05 y corresponde a 16.92. La línea de colores está representando los valores experimentales obtenidos con la fórmula mencionada en el párrafo anterior. Los puntos localizados por encima de la línea azul son aquellos donde no hay homogeneidad.

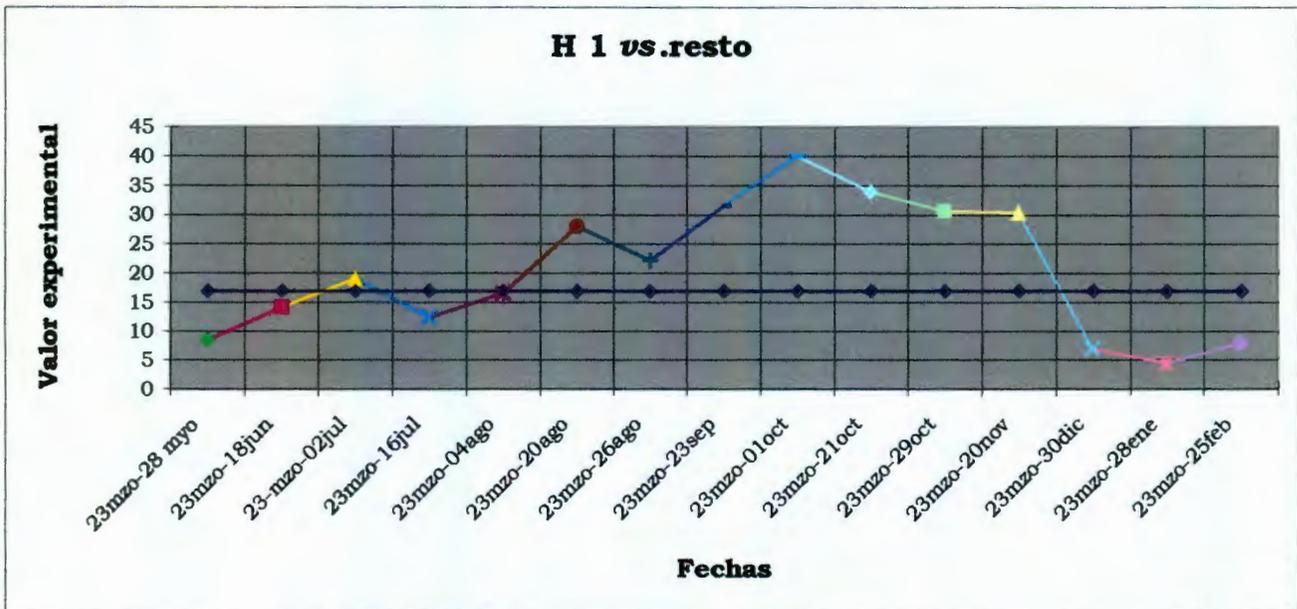


Figura 26.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 8 y corresponden al 47.06%.

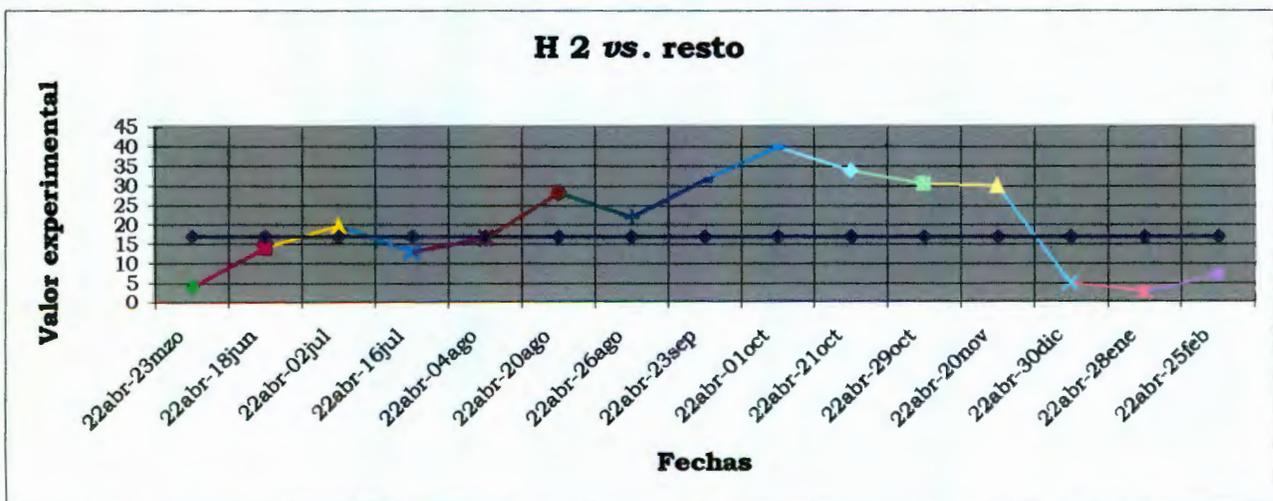


Figura 27.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 8 y corresponden al 47.06%.

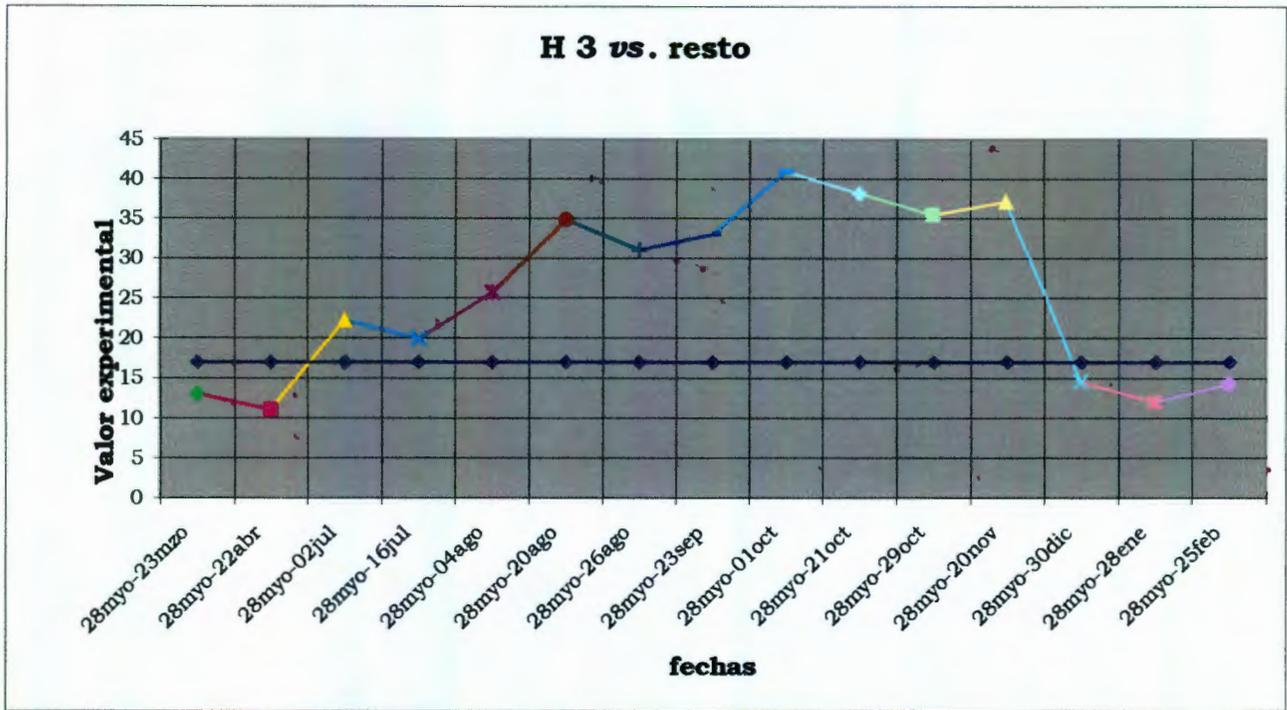


Figura 28.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 10 y corresponden al 58.82%.

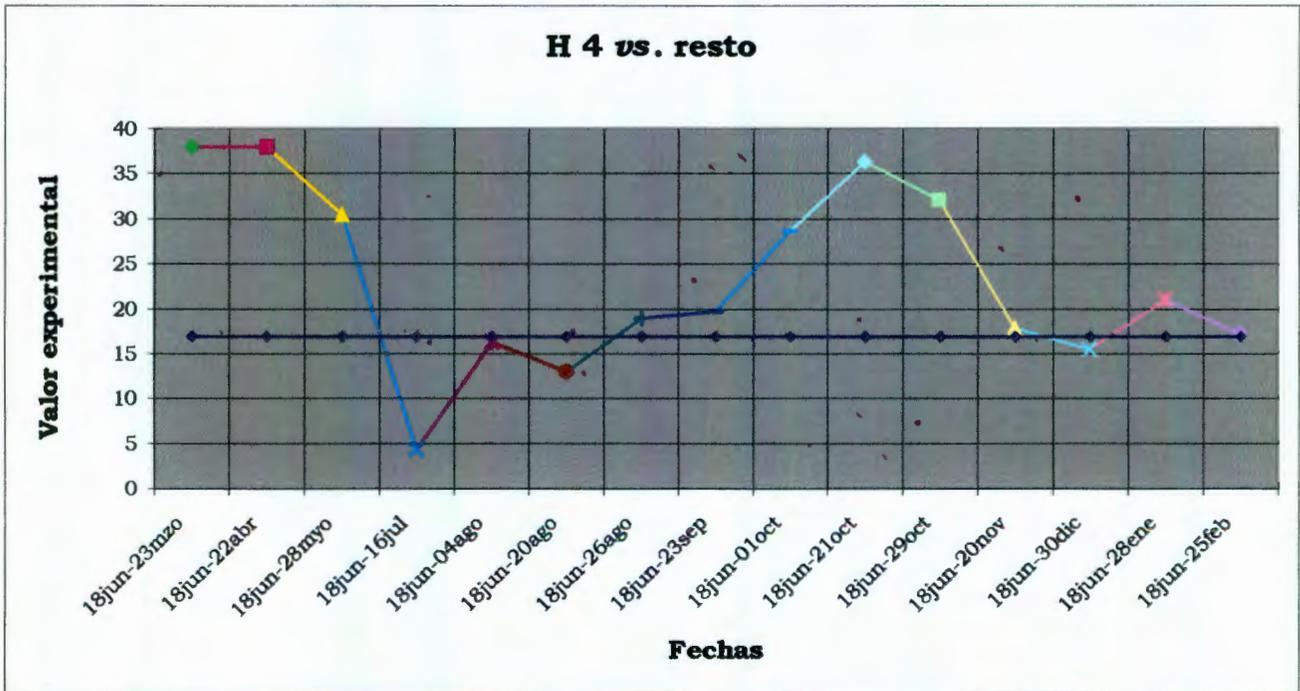


Figura 29.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 10 y corresponden al 58.82%.

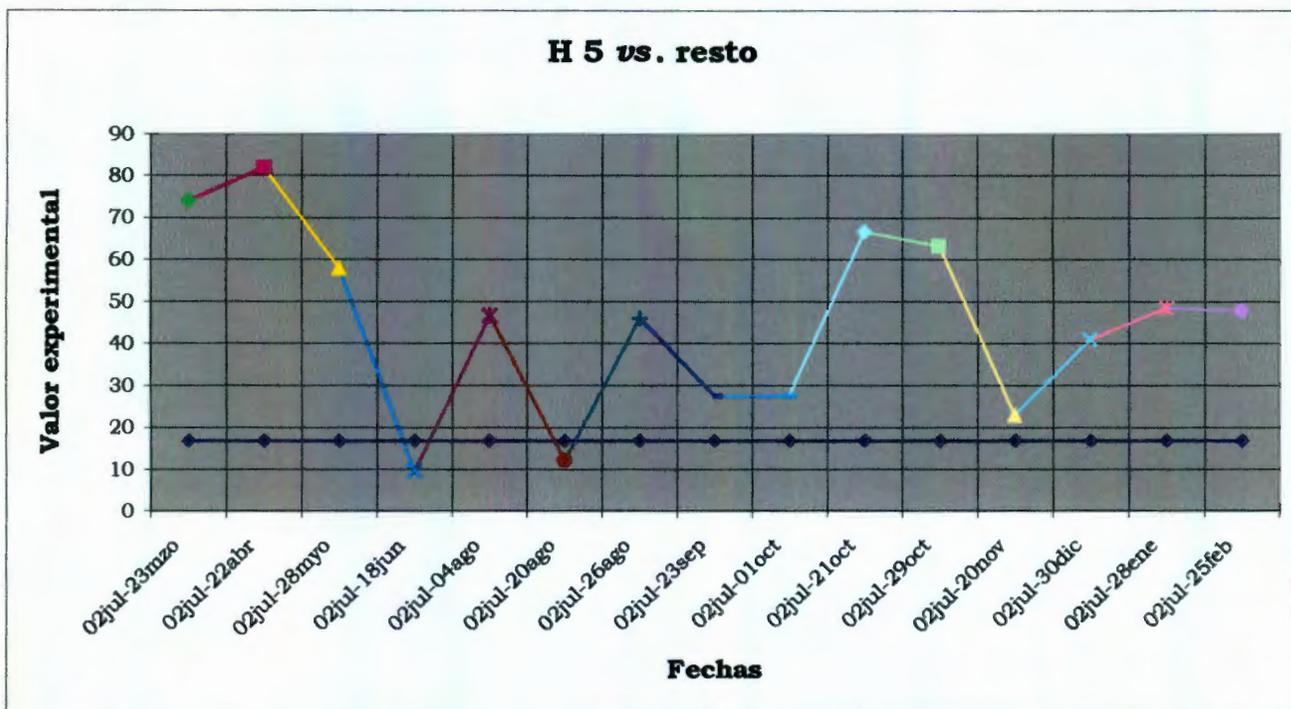


Figura 30.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 13 y corresponden al 76.47%.

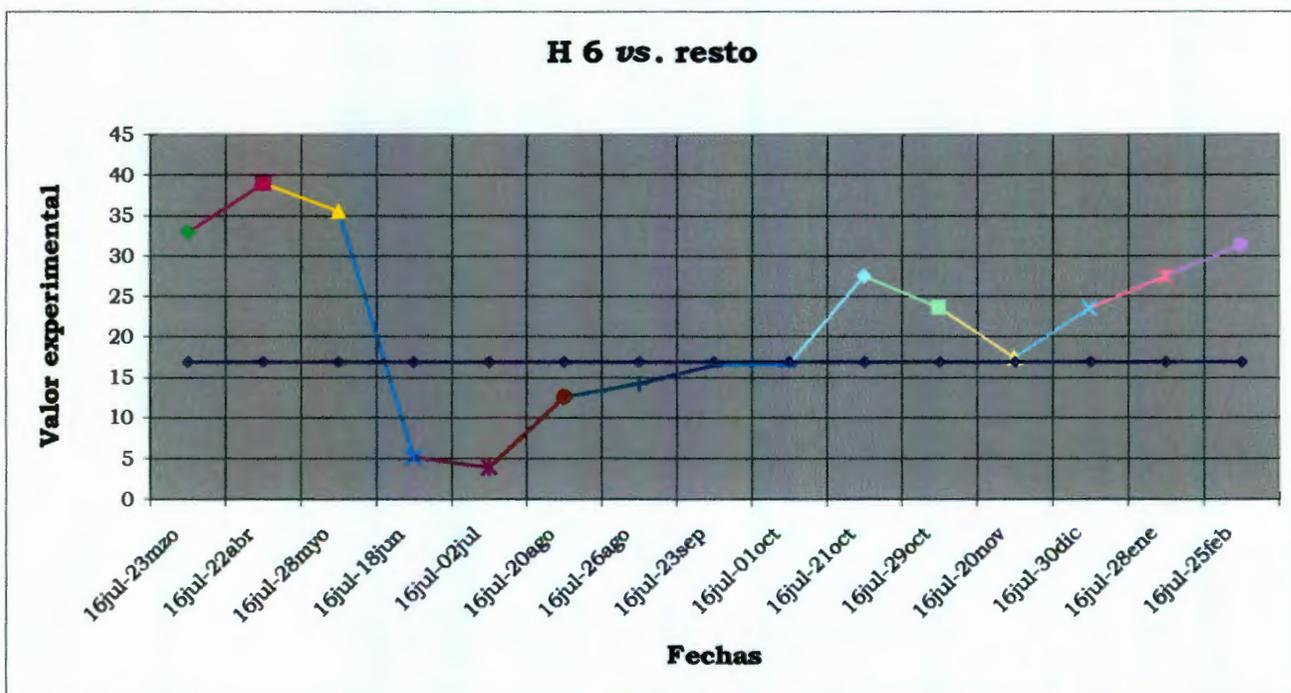


Figura 31.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 8 y corresponden al 47.06%.

H 7 vs. resto

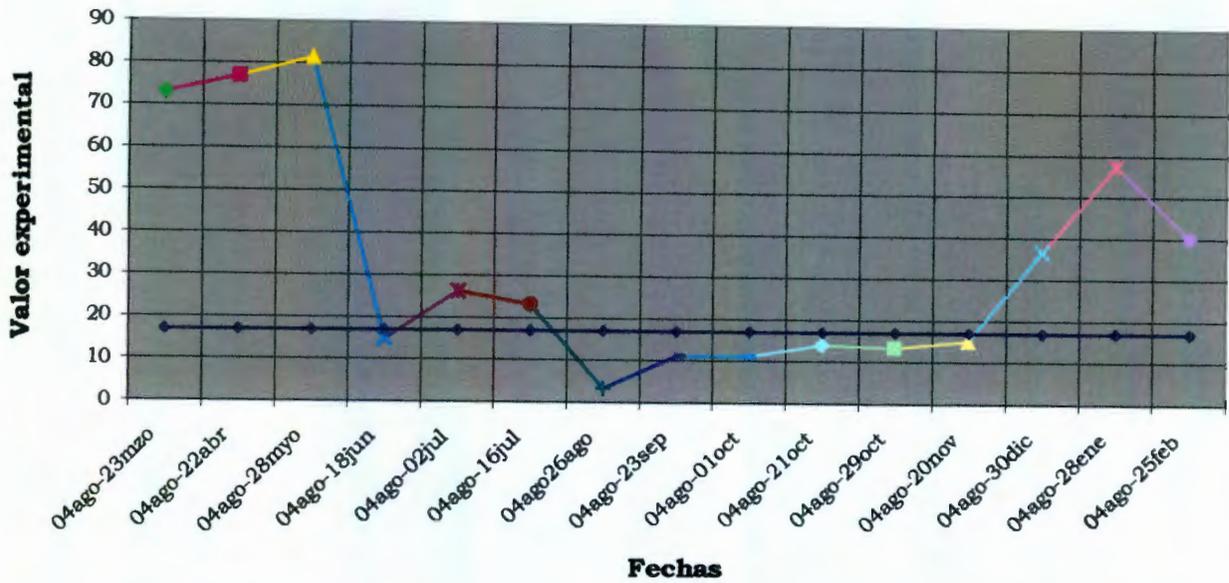


Figura 32.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 8 y corresponden al 47.06%.

H 8 vs. resto

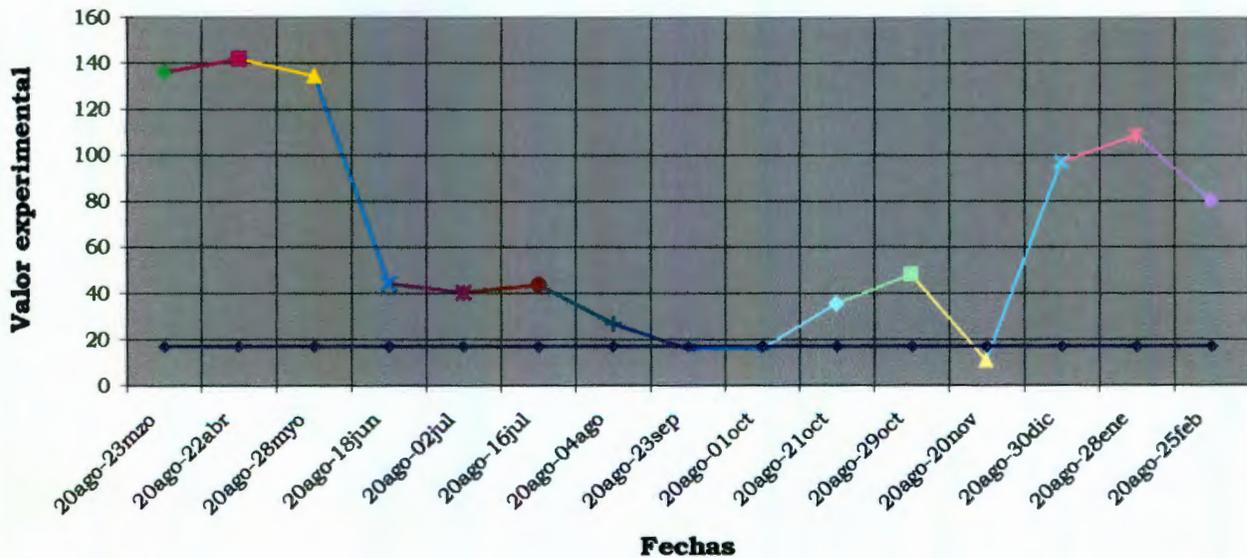


Figura 33.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 12 y corresponden al 70.59%.

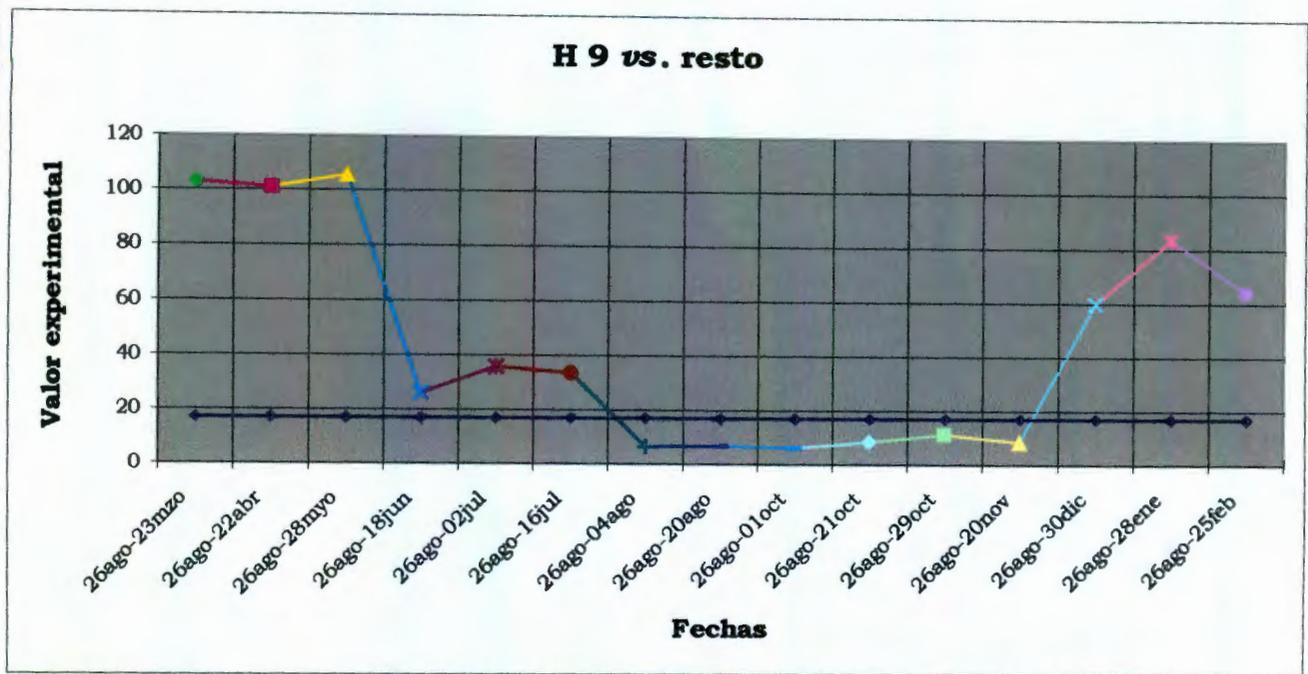


Figura 34.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 9 y corresponden al 52.94%.

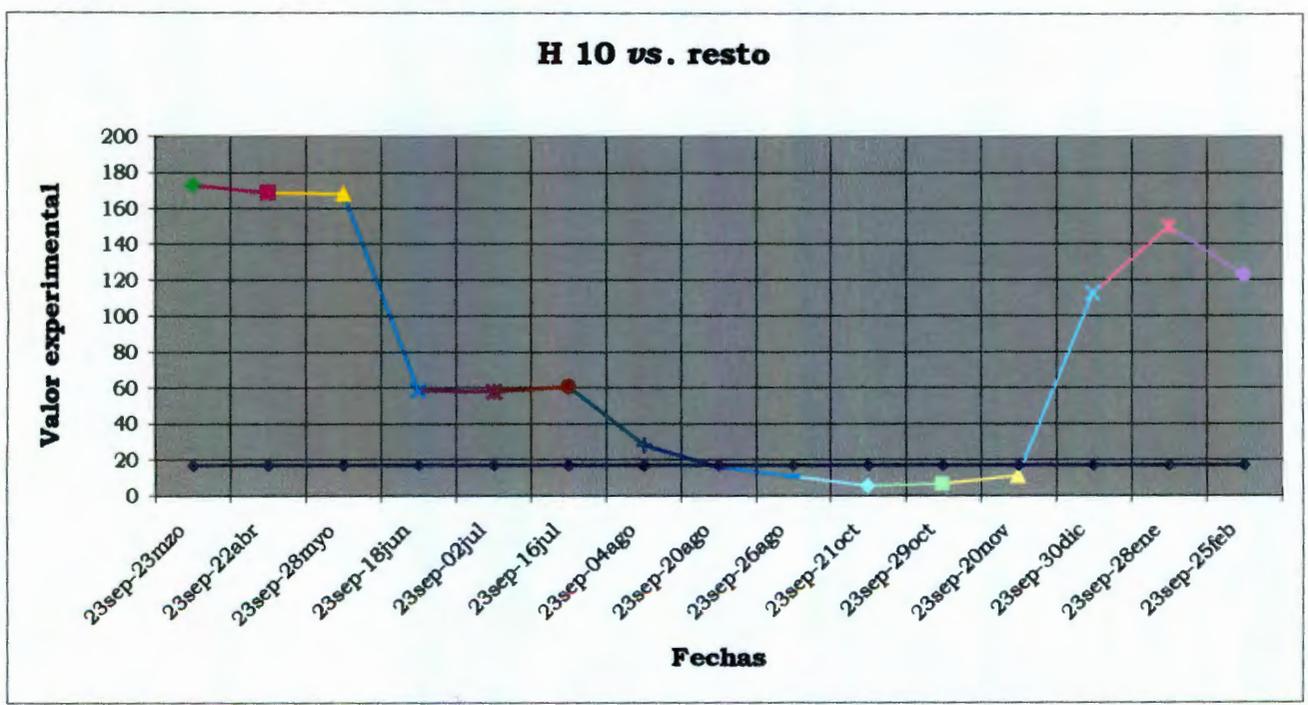


Figura 35.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 10 y corresponden al 58.82%.

H 11 vs. resto

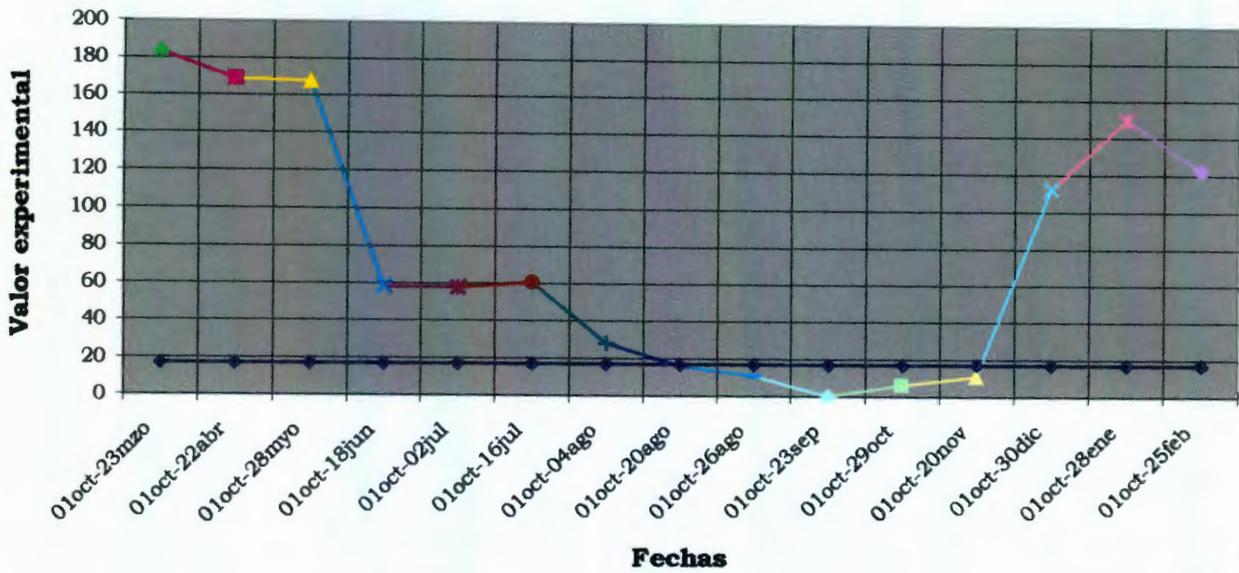


Figura 36.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 10 y corresponden al 58.82%.

H 12 vs. resto

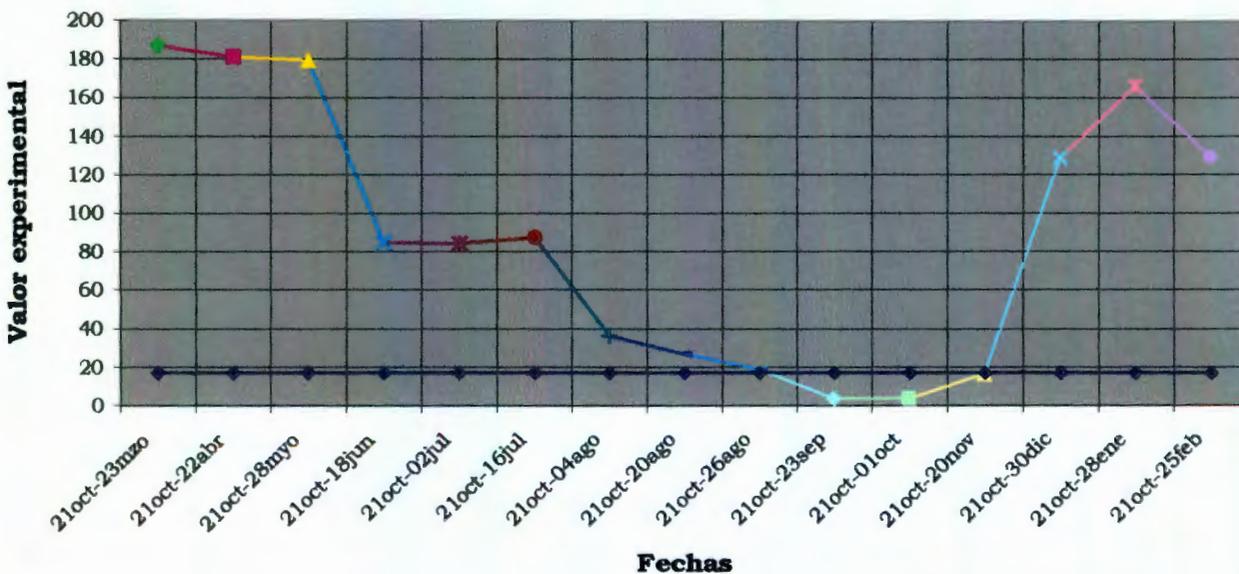


Figura 37.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 11 y corresponden al 64.71%.

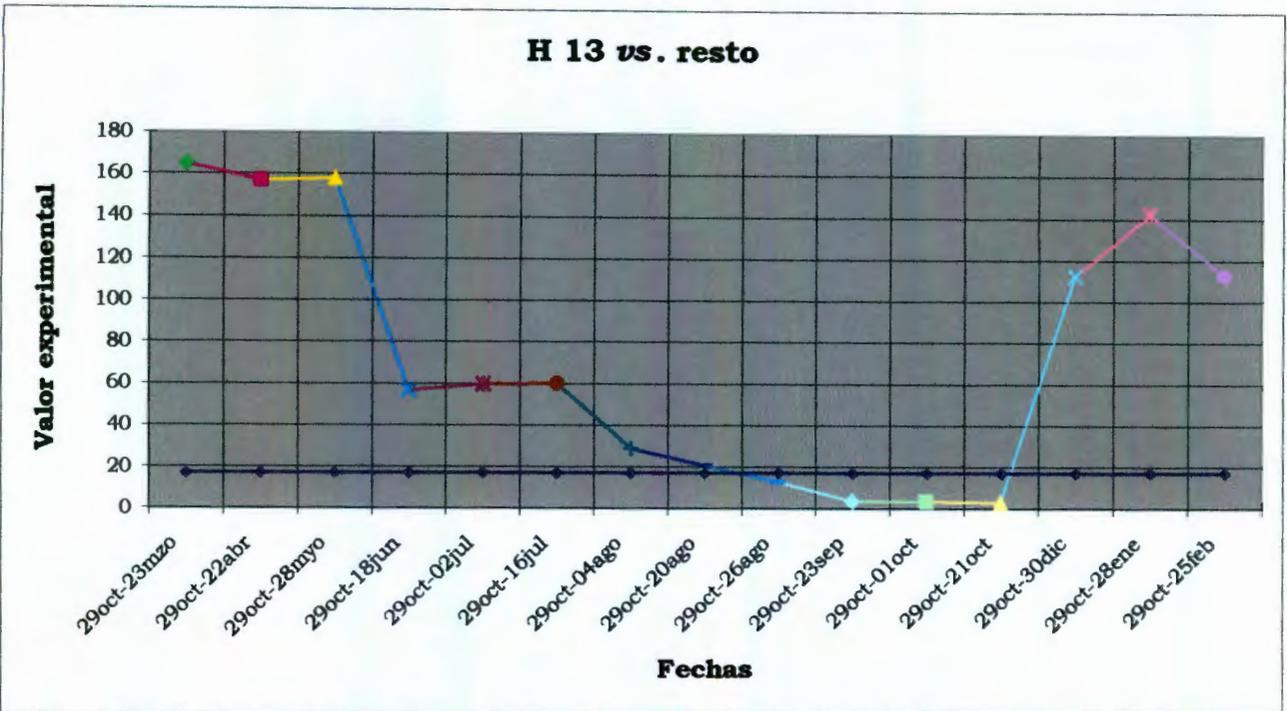


Figura 38.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 11 y corresponden al 64.71%.

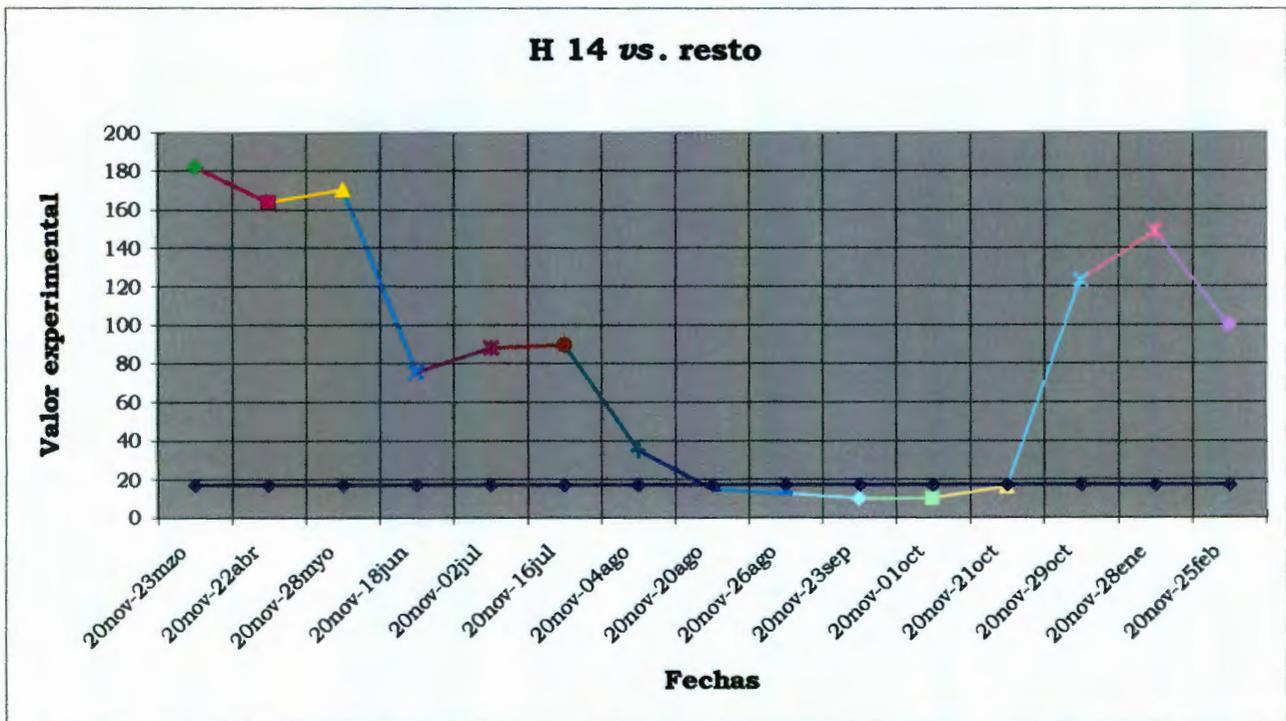


Figura 39.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 10 y corresponden al 58.82%.

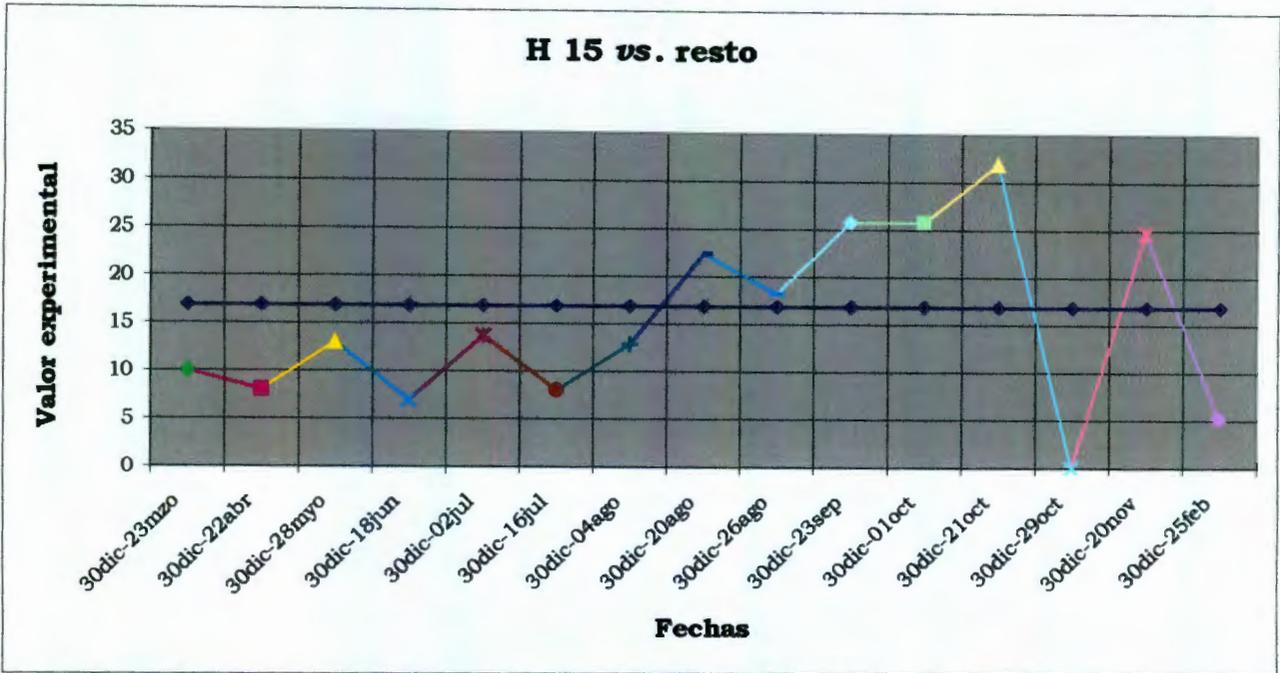


Figura 40.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 6 y corresponden al 35.30%.

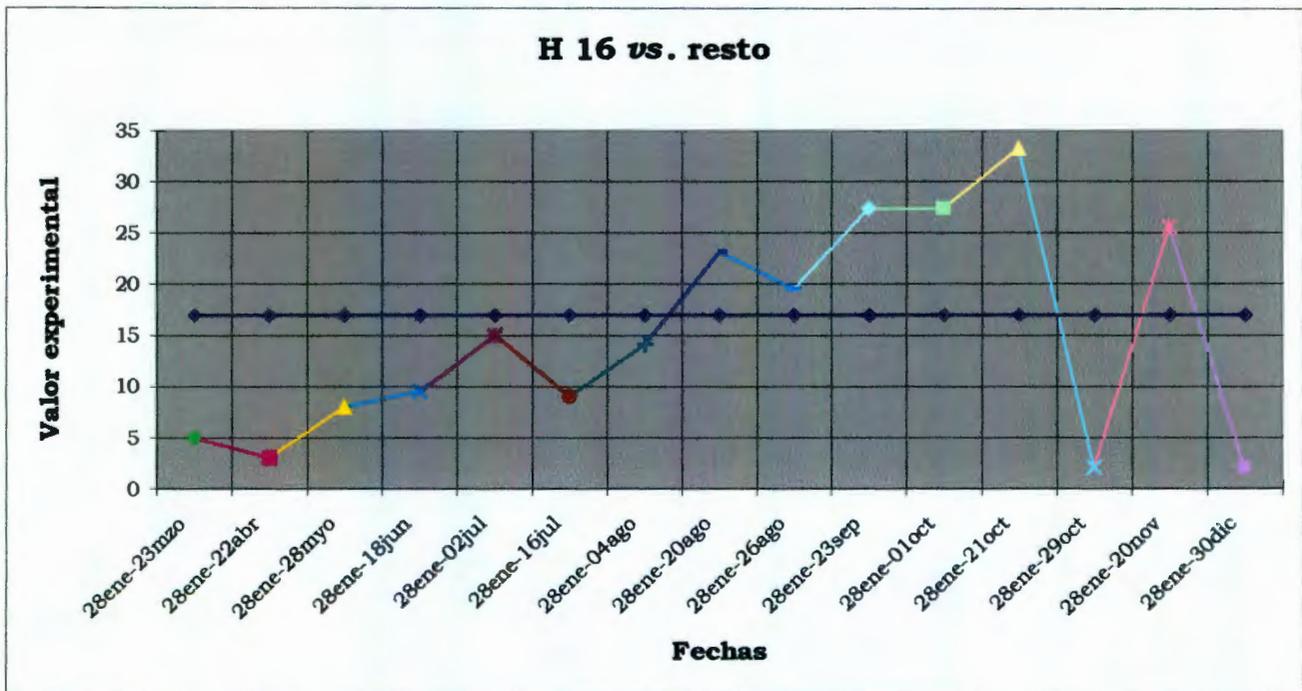


Figura 41.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 6 y corresponden al 35.30%.

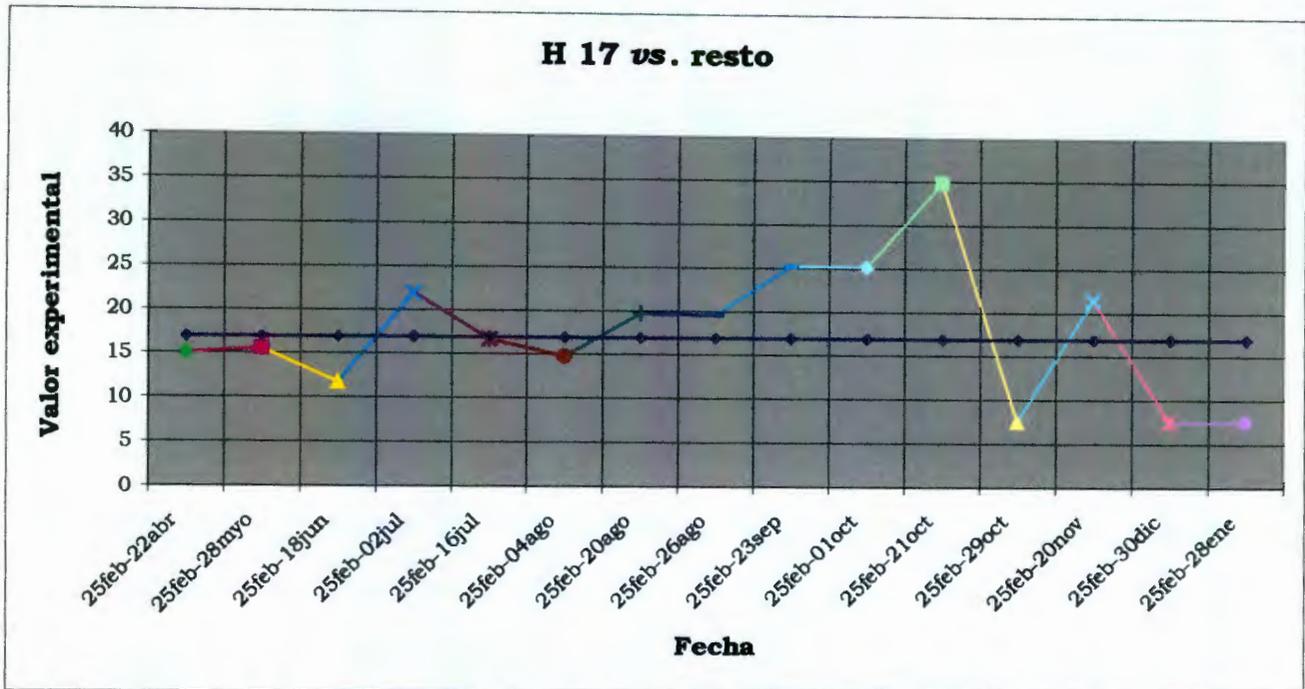


Figura 42.- El número de fechas que no presentan homogeneidad es 7 y corresponden al 41.18% del total.

Al igual que ocurre en Amealco hay un cambio en la composición de la charca de una fecha a otra. Las primeras fechas son diferentes a las fechas después de 20-08-2000, pero no lo son respecto a las últimas (ver Fig. 26, 27 y 28). Las dos fechas siguientes a la inundación del sitio -18-06-2000 y 02-07-2000 parecen no encajar en la suposición de un cambio paulatino, pero en estas fechas sucede un cambio muy importante en la composición florística, que es cuando las semillas están germinando rápidamente para poder establecerse. Durante la fecha 6 de muestreo (16-07-2000) en esta charca la vegetación de uno de los puntos fue removida y por ello la gráfica sale del patrón esperado, es decir, no hay cambio gradual para ser más parecida a las fechas con más individuos (ver Fig. 31). En las fechas siguientes, de 04-08-2000 a 20-11-2000, cambia el patrón de homogeneidad, en estas fechas hay mayor cantidad de especies y son diferentes a las primeras y últimas fechas de muestreo (ver Fig. 32 a 39). Las últimas fechas son más semejantes a las primeras y por tanto difieren de aquéllas con mayor número de especies (ver Fig. 40 a 42). Lo anterior indica el cambio paulatino en la composición florística y estructural de la charca, el

desplazamiento de una especie como dominante en el sitio, así como la existencia de un mosaico de especies que compiten por recursos. De no existir un cambio en la composición florística y estructural de la charca las fechas serían homogéneas a lo largo del año.

Arreglo Espacial

Análisis de Ordenamiento (DECORANA)

En las gráficas aparecen una contracción de cuatro palabras (ver Anexo I).

Sitio Amealco

En la figura 43 el eje "X" se relaciona al tiempo de sequía, mientras más cerca del cero los cuadrantes son menos secos y las especies que ahí se localizan son las que necesitan mayor cantidad de agua para sobrevivir aún cuando no son las más grandes. Sade, Hyca y Nagu se localizan en puntos de una profundidad similar, sin embargo, en la gráfica no se agrupan pues la cobertura difiere entre ellas, Sade es una especie más grande en relación a las otras dos. Junc y Maqu se pueden encontrar en sitios semi-secos. Jaga y Nobi se localizan en un área donde el nivel de agua varía constantemente, pero no se llega a secar. Los cuadrantes 2 y 5 son rocas con poco suelo en relación al resto de los cuadrantes de este análisis. El eje "Y" se relaciona al volumen de agua en un sentido inverso, es decir, mientras más cerca del cero hay un mayor volumen y mientras más se aleja hay un menor volumen. Las especies como Jaga y Nobi pueden soportar las variaciones en el volumen de agua. El cuadrante 7 es igual en cuanto al factor suelo pero no lo es en cuanto al factor cantidad de agua, por lo que este cuadrante es somero. Los eigenvalores obtenidos en este análisis no son muy altos, especialmente en el eje "Y", por lo que hay que tomar ciertas reservas, ya que es menos robusto estadísticamente.

2a

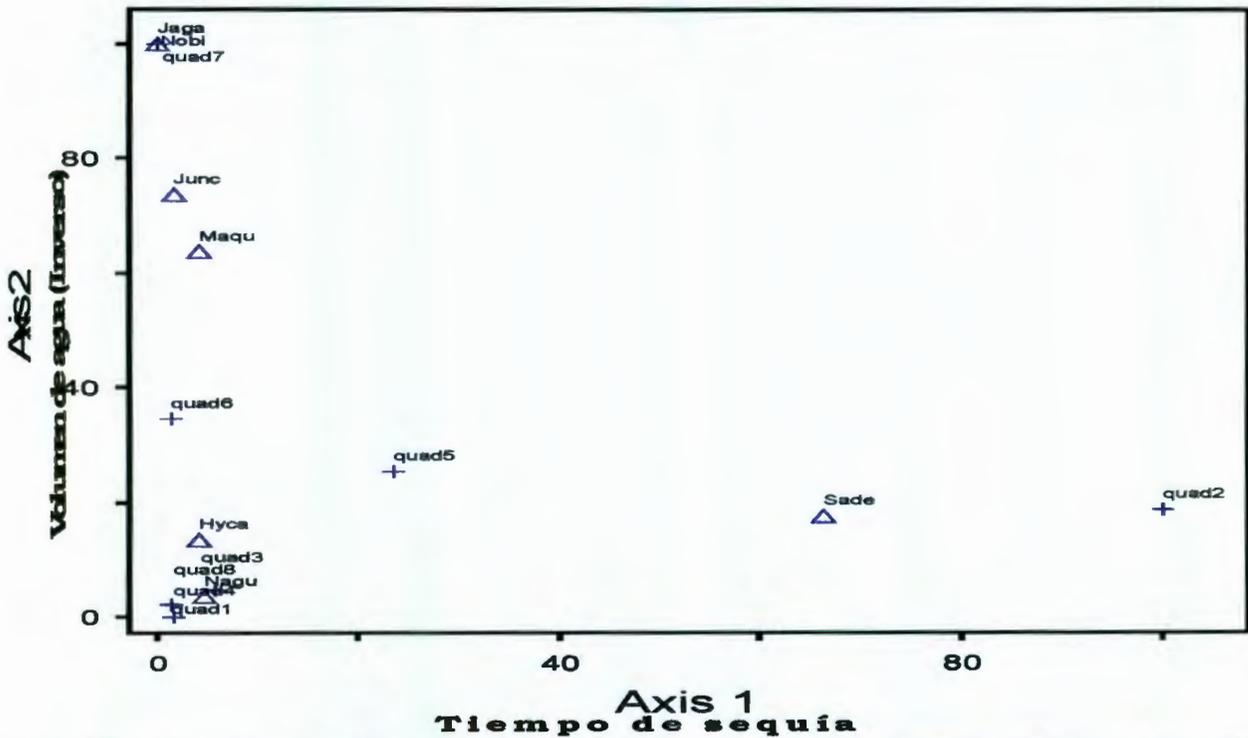


Figura 43.- Gráfica de ordenamiento fecha 2 (02-07-2000) Amealco (Eigenvalores: "X" 0.6308280000 "Y": 0.2783311000)

En la figura 44 la relación que parece guardarse en el eje "X" (Eigenvalor: 0.6993349000) es el nivel de agua, mientras más lejos del cero se encuentren, son sitios con menos agua, se encuentran más expuestos a la variación constante de la columna de agua, las especies ahí localizadas pueden subsistir con poco agua. Mientras más cerca del cero, el cuadrante mantiene agua durante más tiempo que el resto de los puntos. En el eje "Y" (Eigenvalor: 0.1217733000) mientras más lejos del cero son cuadrantes con una menor cantidad de suelo, y a medida que se acerca mayor es la cantidad. Con ello, los nutrientes disponibles para las especies aumenta y así el número de especies que ahí pueden establecerse. Los eigenvalores obtenidos en este análisis no son muy altos, especialmente en el eje "Y", por lo que hay que tomar ciertas reservas, ya que el nivel de confianza es menor.

4a

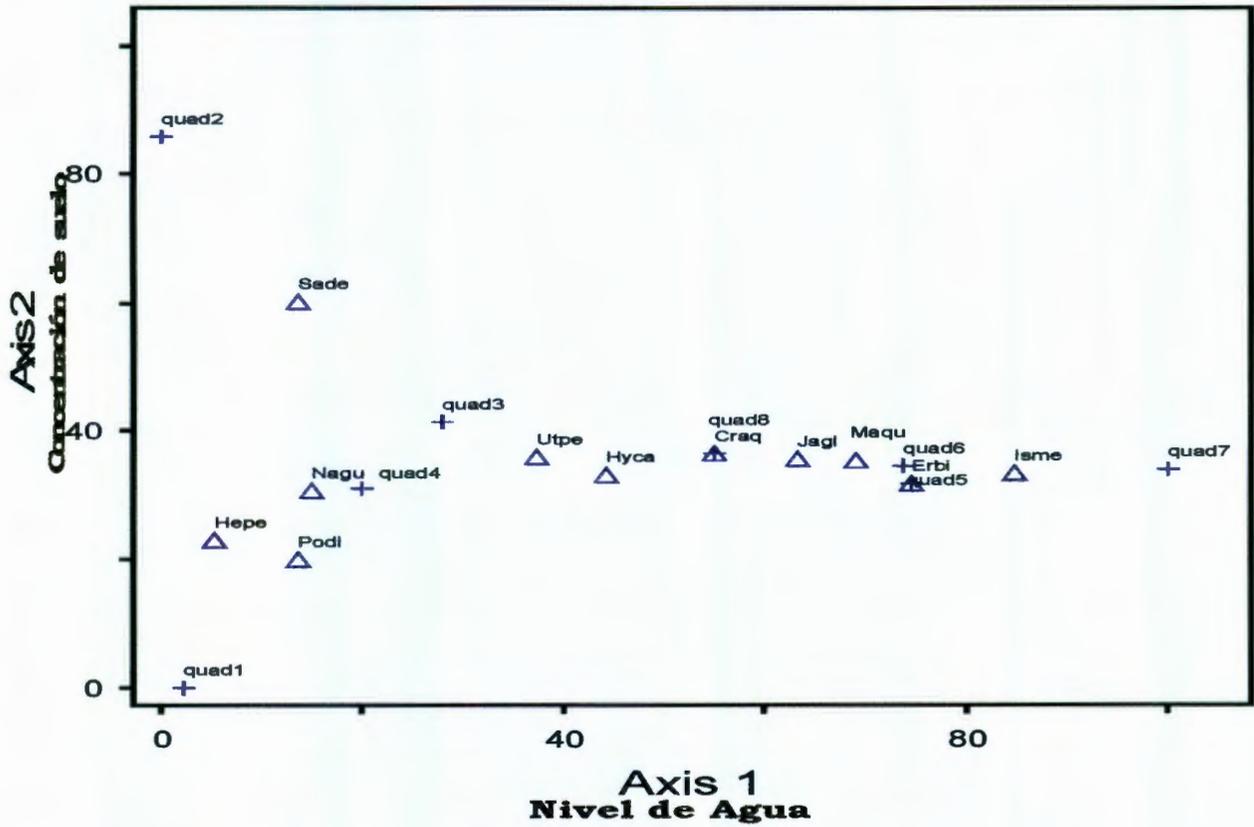


Figura 44.- Gráfica de ordenamiento fecha 4 (01-10-2000) Amealco (Eigenvalores: "X" : 0.6993349000 "Y": 0.1217733000)

Sitio Huimilpan

En la figura 45 mientras más cerca estén del cero en el eje "X" son especies con mayor necesidad de agua y por tanto, los cuadrantes mantienen mayor cantidad de agua. Mientras más se alejen del cero son sitios con menor cantidad de agua y las especies que ahí se encuentran son aquéllas que pueden subsistir con menos agua. En el caso de los cuadrantes 9 y 10 pueden tener agua pero dada su micro topografía la pierden muy rápido (en cuestión de días). El eje "Y" parece ser una combinación de tiempo de inundación y cantidad de suelo. Mientras más cerca del cero son sitios con poco suelo y están menos tiempo inundados; si se alejan son puntos con más suelo e inundados por más tiempo. Los cuadrantes 2 y 8 no aparecen porque ambos cuadrantes son rocas casi desnudas, por ello no hay especies presentes en esos cuadrantes y no había datos para incluirlos en el análisis. El eigenvalor obtenido en el eje "Y" no es muy alto por lo que hay que tomar ciertas reservas, ya que es menos robusto estadísticamente a diferencia del obtenido en el eje "X" , con ello puedo decir que es el factor determinante en especies y cuadrantes para separarlos o agruparlos.

2h

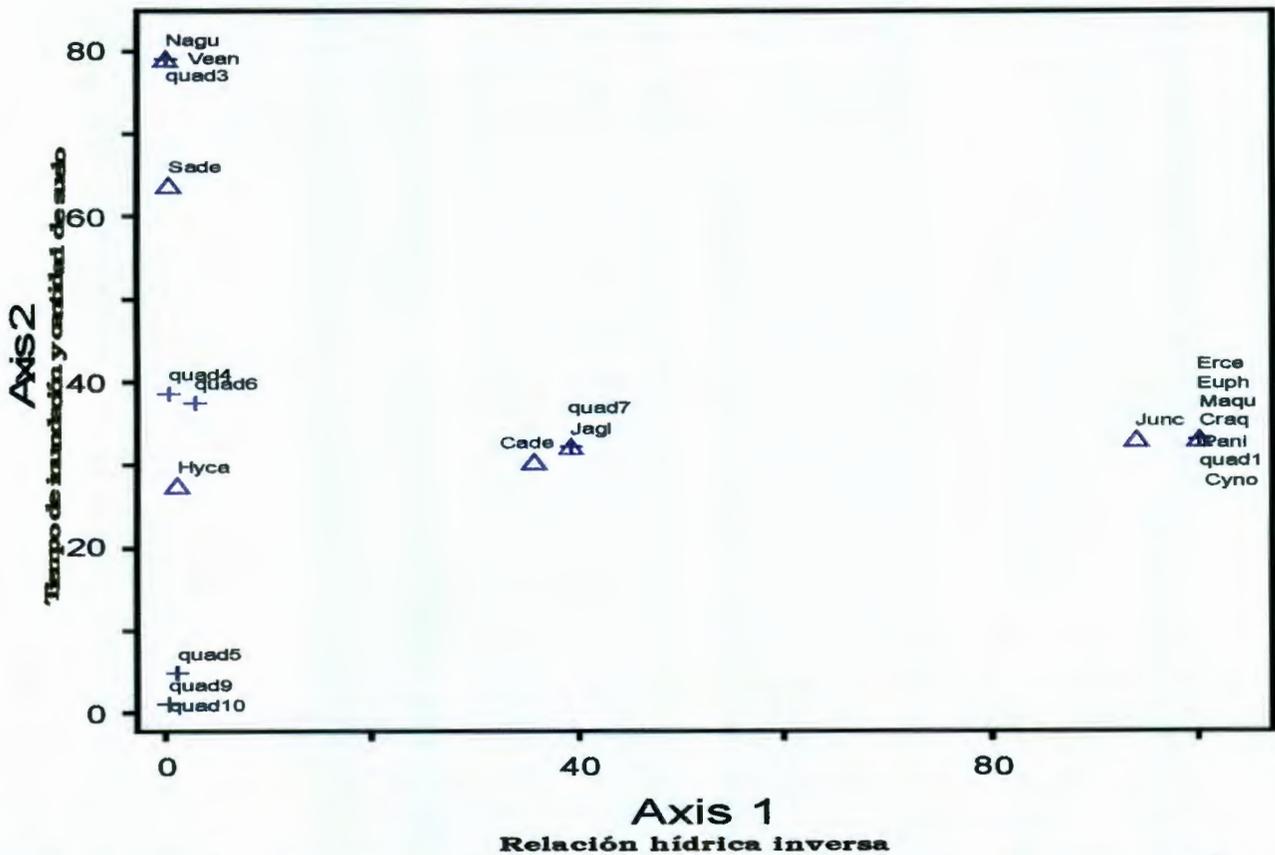


Figura 45.- Gráfica de ordenamiento fecha 2 (02-07-2000) Huimilpan(Eigenvalores:“X” : 0.9826999000 “Y”: 0.1894206000)

En la figura 46 el eje “X” es la cantidad de agua, pero es una relación inversa. Mientras más lejos estén del cero hay una menor cantidad. Mientras más cerca estén del cero hay mayor cantidad. Las especies que se encuentran más cerca del cero no necesitan estar sumergidas completamente para sobrevivir, pero necesitan cierto tiempo de anegación, a medida que se alejan sobre el eje “Y” son especies que necesitan estar sumergidas, a excepción de una especie: Lupe; esta planta presenta tallos rastreros por lo que no importa la cantidad de agua sino la disponibilidad de ésta; cuanto más lejos del cero las especies necesitan menor cantidad de agua y/o pueden sobrevivir en sitios menos inundados. El eje “Y” es la combinación de suelo, puntos más protegidos y el flujo de materia orgánica, mientras más cerca del cero el suelo es menos profundo, los puntos están más expuestos y no hay un flujo observable de materia orgánica. Más cerca del borde hay más circulación de vehículos,

ganado y personas, son suelos no muy profundos (a excepción de los cuadrantes 5 y 6 con suelos más o menos profundos) que no tienen flujo de materia orgánica (como los cuadrantes 3 y 4, que tienen un flujo de materia orgánica procedente de un corral). Los cuadrantes 2, 8 y 10 no se encuentran en este análisis porque no contenían ningún dato para incluirlos. Los eigenvalores obtenidos para ambos ejes son altos y claramente separan o agrupan especies y cuadrantes, y ambos ejes cuentan con una robustez estadística confiable.

3h

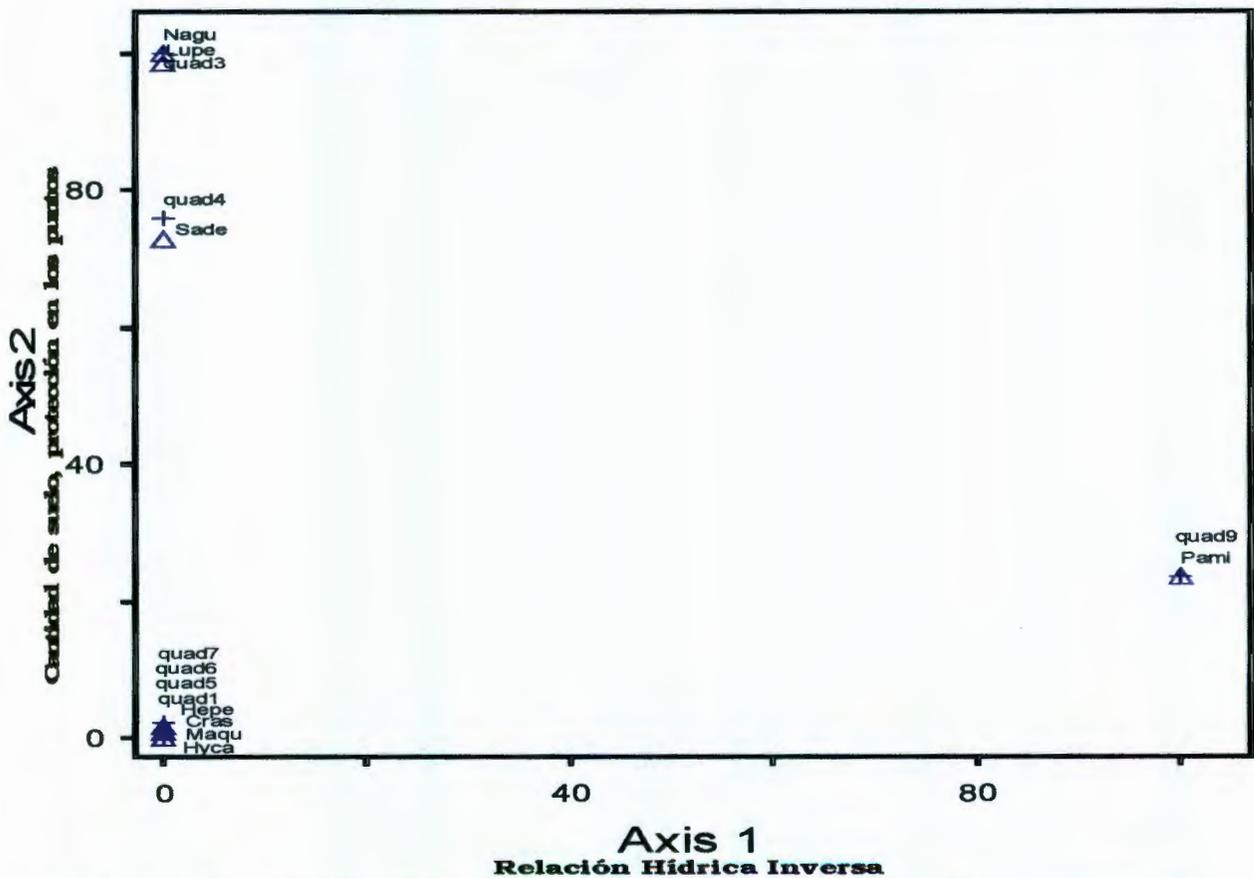


Figura 46.- Gráfica de ordenamiento fecha 3 (16-07-2000) Huimilpan(Eigenvalores: "X": 0.9999999000 "Y": 0.9677181000).

En la figura 47 el eje "X" se relaciona a la cantidad de agua, y es un relación inversa, es decir, mientras más cerca del cero hay más agua y cuanto más lejos hay menos. Las especies que se encuentran del todo alejadas del conglomerado, se agrupan en la zona

media. Pani y Cras son especies completamente terrestres, su presencia en el charco puede deberse a la disponibilidad de agua y no a otra cosa, ya que cuando el charco está completamente seco no se les encuentra. En el caso de especies como Pasp, Gnap, Sice, Assu y Cyno, que también son especies terrestres pero con mayor tolerancia a cierto grado de inundación, no están en el grupo de especies estrictamente acuáticas sino con aquéllas que viven en suelos anegados. El eje "Y" se relaciona al tiempo que puede mantener agua el sitio y la profundidad de la columna de agua, y en este caso esto está estrechamente relacionado. A medida que sea más pequeño el espejo de agua ésta se pierde con mayor facilidad y al ser mayor el espejo de agua sucede lo contrario. En el caso de los cuadrantes 1 y 2, que a primera vista deberían ser muy semejantes, sucede que el cuadrante 2 es una roca desnuda que aunque mantenga mayor cantidad de agua también la pierde con mayor facilidad pues casi no hay vegetación. El cuadrante 10 no contenía ningún dato para hacer el análisis, por ello no aparece. Los eigenvalores obtenidos en este análisis separan o agrupan a las especies y los cuadrantes de manera clara en el eje "X". En el eje "Y" la agrupación no es en bloques definidos sino gradual pero, sí se distingue.

4h

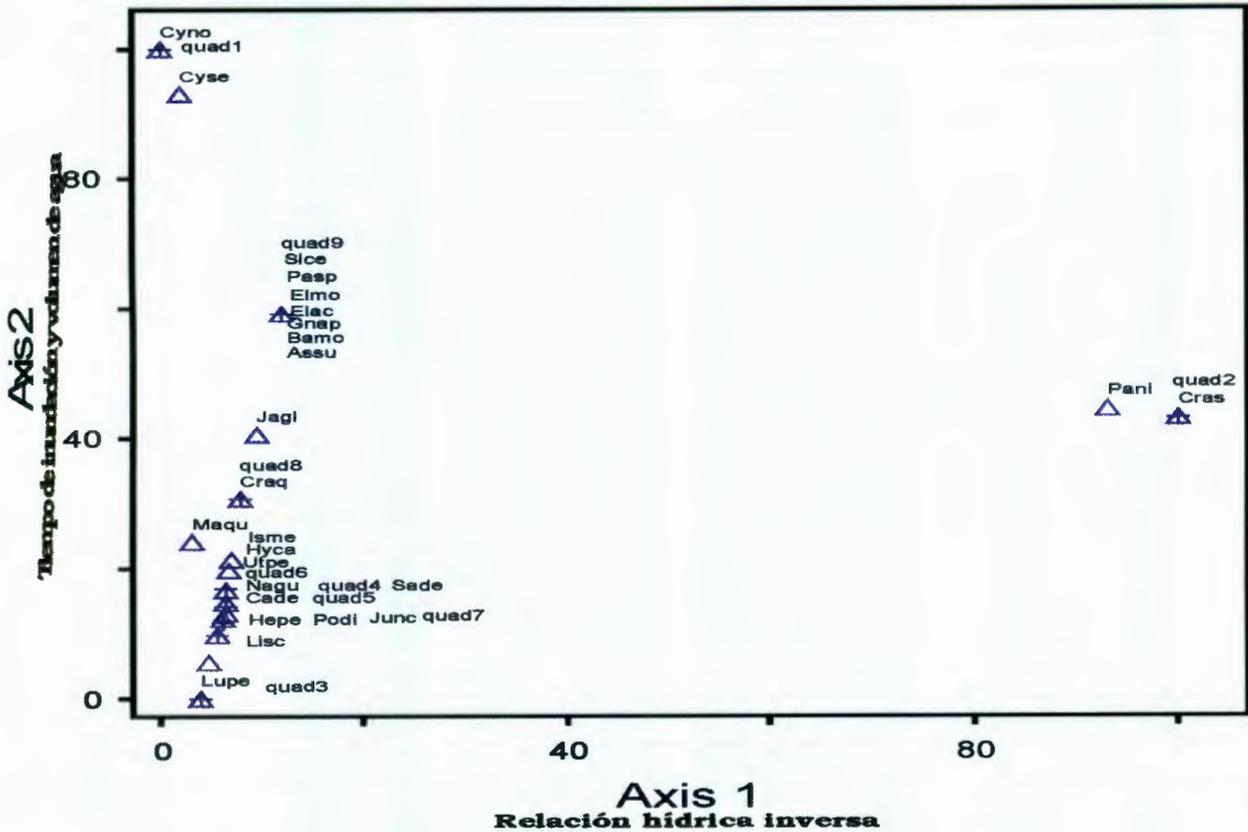


Figura 47.- Gráfica de ordenamiento fecha 4 (01-10-2000) Huimilpan(Eigenvalores:"X": 0.9615130000 "Y": 0.6926158000).

En la figura 48 correspondiente a la fecha 5 del análisis hay una notoria pérdida de agua y la mayor parte de los puntos de muestreo se encuentran casi secos, entonces, no se debe hablar de inundación sino de humedad. En la figura 86 en el eje "X" a medida que se alejan los cuadrantes y las especies del cero hay más humedad, y mientras más cerca del cero hay menos humedad. Entonces las especies que están ahí pueden sobrevivir en un sitio menos húmedo. En el eje "Y" a medida que se aleja del cero, el tiempo que mantiene la humedad es mayor y a medida que se acerca a él, la mantiene por menos tiempo. Esta gráfica podría ser la vista de espejo de la gráfica de la fecha 01-10-2000. Los cuadrantes 2,7, 8 y 10 no contenían ningún dato para hacer el análisis. El eigenvalor obtenido en el eje "Y" es bajo por lo que hay que tomar ciertas reservas, ya que es el menos robusto estadísticamente. El

obtenido en el eje "X" es mayor, con ello se puede afirmar que este factor realmente está influyendo en las especies y los cuadrantes para separarlos o agruparlos.

5h

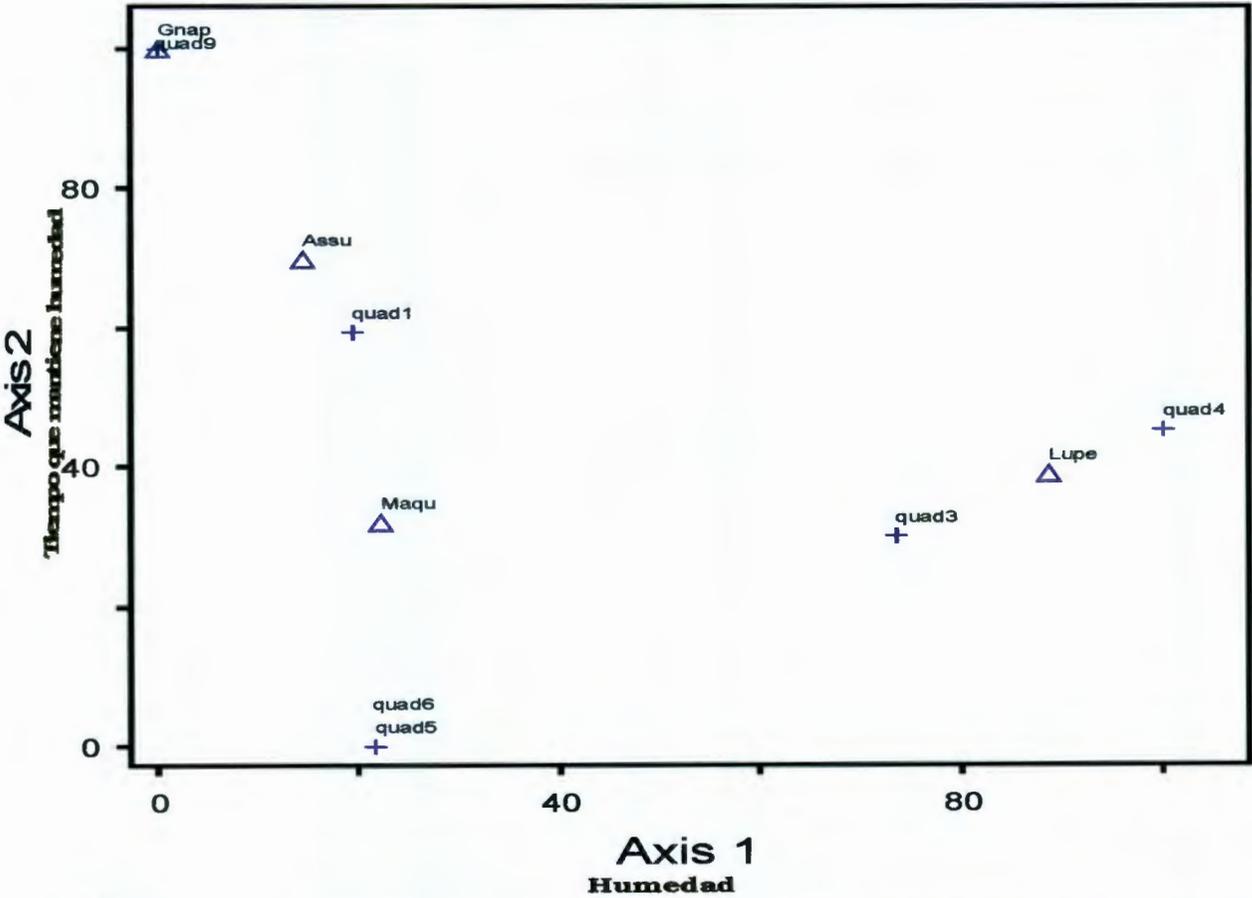


Figura 48.- Gráfica de ordenamiento fecha 5 (30-12-2000) Huimilpan(Eigenvalores: "X": 0.8503599000 "Y": 0.0498356400).

En la figura 49 correspondiente a la fecha 6 casi no hay agua el sitio prácticamente ya se secó y sólo quedan unos pocos puntos con algo de humedad. En la figura 49, en el eje "X" a medida que se aleja del cero hay menos humedad y a medida que se acerca al cero hay mayor humedad. Las especies que se encuentran en el punto de mayor humedad la necesitan para sobrevivir y el resto de las especies son oportunistas que están viviendo de la poca agua disponible. En el eje "Y" a medida que se acerca al cero, el tiempo que mantienen la humedad es mayor y las especies que necesitan más agua están en conjunto con el cuadrante que mantiene humedad por más tiempo. Maqu sobrevive en el sitio todo el año

En el cuadro 9 se presentan las distancias de los clusters de la figura 50.

Hierarchical Clustering, Method =		Centroid		
Clustering History				
Number of Clusters	Distance	Leader	Joiner	
7	0.9354143467	q3	q4	
6	0.9354143467	q1	q5	
5	0.9354143467	q6	q8	
4	1.0090499582	q3	q6	
3	1.3759294379	q2	q7	
2	1.937664949	q1	q3	
1	1.9522067286	q1	q2	

Cuadro 9.- Historia del “cluster” Amealco.

En el sitio Huimilpan había cinco hábitats más notorios dentro de la charca. De estos puntos se tomo otra muestra a un metro de distancia, suponiendo que serían replicas del primero lo cual no resultó del todo cierto ya que la mayoría de éstos era diferente y los puntos de muestreo fueron diez. En este análisis se tomó el número de especies presentes en la fecha de mayor diversidad en el índice Shannon-Wiener (ver Cuadro 8) y en la fecha donde hubo más especies (ver Fig. 3). En este caso coinciden las fechas y el análisis se hace en esa fecha. De acuerdo a la metodología se esperaría que los cuadrantes se agruparan en parejas como sigue 1 y 2,3 y 4, 5 y 6, 7 y 8, y 9 y 10, lo que sucede es que se agrupan 2 y 4, 3 y 5, y 6 y 9 (ver Figura 51). Los cuatro cuadrantes restantes no son similares a otro, pero guardan mayor semejanza con algún par de los cuadrantes anteriores. El cuadrante 1 se parece más a 2 y 4 y el 10 a esos tres, el cuadrante 7 se parece más a 5 y 3 y el 8 se parece más a los tres anteriores. Dado que las semejanzas se dan sólo en función al número de especies presentes en los cuadrantes, las agrupaciones de los cuadrantes son cambiantes y se pueden explicar en función de la profundidad del espejo de agua, el sustrato, la heterogeneidad espacial y el manejo a que éste sujeta la charca.

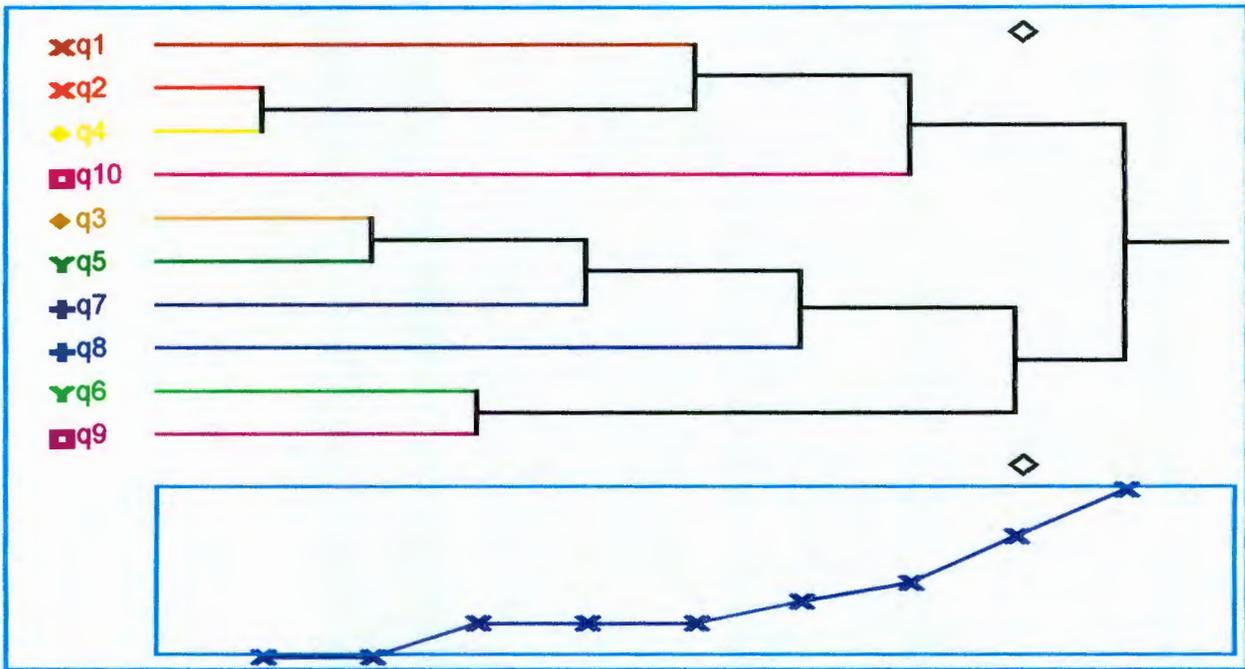


Figura 51.- “Cluster” de cuadrantes sitio Huimilpan construido a partir del método jerárquico de agrupamiento por centroide.

En el cuadro 10 se presentan las distancias de los clusters de la figura 51.

Hierarchical Clustering, Method =		Centroid	
Clustering History			
Number of Clusters	Distance	Leader	Joiner
9	0	q 2	q 4
8	0	q 3	q 5
7	0.3112528937	q 6	q 9
6	0.3112528937	q 3	q 7
5	0.3112528937	q 1	q 2
4	0.5187548228	q 3	q 8
3	0.7262567519	q 1	q 10
2	1.1671983513	q 3	q 6
1	1.6340776919	q 1	q 3

Cuadro 10.- Historia del “cluster” Humilpan.

DISCUSIÓN

La fluctuación en el nivel de agua es determinante en la estructura de una comunidad (Pollock *et al.* 1998, Euliss y Mushet 1999, Howard y Mendelssohn 2000, Luken y Bezold 2000, Snodgrass *et al.* 2000 y Weltzin *et al.* 2000). Esta fluctuación influye en la diversidad, la distribución y en la heterogeneidad espacial. Por ello, en sitios como los estudiados dicha fluctuación es importante, ya que también determina los tiempos de crecimiento y reproducción de las especies, lo que finalmente determinará la comunidad en la siguiente época de inundación.

La profundidad y el agua de un sitio tienen importantes consecuencias para el régimen hidrológico de las charcas, incluyendo la duración de la inundación y la frecuencia del secado durante la estación de crecimiento. Existen otros parámetros que afectan la hidrología de la charca, como por ejemplo el horizonte impermeable del suelo, la textura y la capa de agua, las cuales también parecen ser determinantes para la diversidad biológica. Los atributos hidrológicos y edáficos pueden tener efectos en la diversidad de las especies dentro de las charcas. Adicionalmente a los parámetros fisicoquímicos el manejo que haya tenido el sitio debe ser considerado un factor con efecto potencial en la diversidad del sitio (Platenkamp, 1998). Esto es obvio el 16 de julio de 2000, donde la vegetación de uno de los puntos de muestreo en el sitio Huimilpan fue removida por una camioneta que pasó encima del punto. En la gráfica 14 se observa una disminución del número de especies y en el cuadro 7 el índice de diversidad disminuye 1.237 en la fecha antes mencionada.

Después de una perturbación que resulte en la remoción de vegetación en un sitio las condiciones pre-existentes (i.e. densidad del banco de semillas, previsión temporal o heterogeneidad espacial) afectarán la competencia entre especies y así la estructura de la comunidad resultante (Howard y Mendelssohn 2000). Por ello, cuando la vegetación fue

removida por medios mecánicos, este sitio fue colonizado, con una velocidad relativamente alta por las especies presentes en individuos germinados del banco de semillas pre-existentes y no por los individuos rizomatosos adyacentes. Lo anterior parece contradecir lo que sostienen Seabloom *et al.* (2001) aunque ellos se refieren a humedales permanentes, donde las comunidades vegetales pre-existentes colonizarían rápidamente un hueco. En el caso de la charca esto pudiera suceder si el tiempo en el que se dió la remoción ya existieran individuos adultos, entonces éstos hubieran tenido crecimiento rizomatoso y colonizarían el hueco.

Si se modifican los ciclos hidrológicos de una charca se puede perder la diversidad de un sitio, ya que la estacionalidad tiene control sobre las malezas. No es probable que las especies invasivas formen grupos co-dominantes con las especies nativas (Galatowitsch, *et al.* 1999) y el paisaje se vuelva un monocultivo (Magee, *et al.* 1999).

Las especies de plantas dentro de los ambientes temporales se localizan en sitios bien definidos, debido a que se encuentran adaptadas a diferentes hidroperíodos y tipos de suelo que ocurren a diferentes profundidades. Por lo tanto, los sitios someros estarán dominados por especies diferentes que los sitios más profundos. Las charcas más profundas tendrían mayor riqueza de especies, simplemente porque incluyen más rangos de profundidad (Platenkamp, 1998). Las charcas naturales, como las que fueron objeto de estudio en este trabajo, son paisajes con diferentes profundidades y por lo mismo varían en riqueza de especies, así que el número de especies entre una charca y otro no es similar pues las depresiones del sustrato en las que se forman son disímiles. La profundidad mayor en el sitio Amealco es de aproximadamente 2.0 m. mientras que en el sitio Huimilpan casi alcanza los 3.0 m.

Las charcas en una unidad de paisaje son tan diversas que no es realista hablar de una charca promedio. Las especies no pueden usarse para clasificar a las charcas, debido a que cada charca tiene una combinación diferente de especies. La presencia y dinámica de las poblaciones varían entre charcas y aún dentro de los microhábitats de una misma charca (Alexander y Schlising, 1998). Así que podemos relacionar la riqueza de una charca con el número de microhábitats que pueda contener y no en función de las especies que ahí se encuentran. En el caso de la charca Amealco presenta una topografía más homogénea y por ello hay menos microhábitats. Sin embargo, en la charca de Huimilpan hay mayor variación en la topografía y por ello hay más microhábitats, así que de acuerdo a lo anterior el sitio Huimilpan es más diverso.

El manejo de un humedal afecta a las comunidades ahí presentes. La herbivoría se ha usado como una herramienta de manejo del paisaje. Cuando hay una densidad baja de herbívoros (0.03 vacas ha⁻¹) la sucesión vegetal difícilmente se ve afectada, pero la retroalimentación positiva o negativa también se afecta por la fertilidad del suelo. La abundancia de herbívoros disminuye en fertilidades altas cuando la competencia por la luz es dominada por especies grandes menos palatables (van Oene *et al.* 1999). En las charcas los cuadrantes que presentan especies leñosas (i.e. *Ludwigia peploides*), menos palatables no presentan cambios por efecto de herbivoría.

De acuerdo a los valores observados en la tabla 8 podría pensarse que el sitio Amealco es más diverso que el sitio Huimilpan, pero, no sucede así, el índice de diversidad Shannon-Weiner es un índice relativo que da más peso a la proporción de las especies por ello si una especie es más abundante que otra, la proporción con respecto al total de esta sería mayor y tendría a final de cuentas mucho más peso en la sumatoria final resultando en valores más

sumatoria del índice será de manera general más bajo. En los sitios de muestreo no se puede hacer una comparación en los resultados del índice de diversidad debido a que el sitio Amealco presenta especies que son proporcionalmente más abundantes por lo que los números obtenidos son más altos con respecto a los obtenidos en el sitio Huimilpan. En el sitio Huimilpan la abundancia de especies es menos dispar por lo que los valores obtenidos en el sitio son menores.

CONCLUSIONES

Hay cambios a lo largo del año en el número de individuos y especies por fecha.

Hay una zonación en la distribución de las especies.

Mientras más micro ambientes existan en la charca hay mayor probabilidad de encontrar más especies.

Los microhábitats no son homogéneos en cuanto al número de especies que ahí aparecen y tampoco lo son comparándolos entre sí en el mismo charco. Tampoco son homogéneos comparándolos de una fecha a otra, pero las diferencias no existen siempre.

El índice de diversidad Shannon-Weaver alcanza su valor más alto en el mes de octubre en ambos sitios. La fecha en que se obtiene el máximo número de especies en el sitio Huimilpan se relaciona con el valor más alto obtenido para el índice. En el sitio Amealco no es así, se da en la fecha 01-Octubre-2000, mientras que el mayor número de especies se obtiene en la fecha anterior a ésta (23-septiembre-2000).

Las especies presentes en cada charco no son similares en número, pues el total contabilizado para el sitio Amealco es de 19, mientras que en el sitio Huimilpan es de 35.

El número de especies que comparte ambos sitios es 16 y son:

Aster subulatus

Heteranthera peduncularis

Crassula aquatica

Hydrochloa caroliniensis

Eryngium cervantesii

Isöetes mexicana

Gomphrena sp.

Jaegeria glabra

Juncus sp

Lilaea scilliodes

Ludwigia peploides

Marsilea quadrifolia

Najas guadalupensis

Potamogeton diversifolius

Sagittaria demersa

Utricularia perversa

Las especies que se encuentran en el sitio Amealco pero que no se encuentran en el sitio Huimilpan son tres :

Eriocaulon bilobatum

Limosella aquatica

Nothoscordum bivalve

El número de especies que se encuentran en el sitio Huimilpan pero que no se encuentran en el sitio Amealco son 19:

Azolla mexicana

Bacopa monnieri

Callitriche deflexa

Crassulaceae

Cynodon sp.

Cyperus seslerioides

Eleocharis acicularis

Eleocharis montevidensis

Eleocharis sp.

Euphorbia sp.

Gnaphalium sp.

Juncus microcephalus

Lemna minor

Panicum sp.

Paspalum sp.

Polygonum mexicanum

Sisyrinchium cernum

Veronica anagallis-aquatica

El periodo de inundación en el año de muestreo comenzó en la cuarta fecha (18-junio-2000) y terminó en la catorceava fecha (20-Noviembre-2000). Este periodo está condicionado a la precipitación de cada año, así como la temperatura, que aumenta las tasas de

evapotranspiración. El año de muestreo se registraron las temperaturas más altas para el estado

Marsilea quadrifolia es la única especie que se encuentra en ambos sitios tanto en sequía como en anegación. En el sitio Amealco se registró en 16 de un total de 17 fechas de muestreo, lo que da una frecuencia de aparición de un 94.1%. En el sitio Huimilpan la especie aparece en las 17 fechas; por tanto, su frecuencia de aparición es de 100%.

Las especies que aparecen sólo en la época de sequía son dos en el sitio Amealco (*Aster subulatus* y *Gomphrena sp.*), mientras que en el sitio Huimilpan no hay especies que aparezcan sólo en época de sequía.

Las especies que aparecen sólo en anegación en el sitio Amealco son 15:

<i>Crassula aquatica</i>	<i>Limosella aquatica</i>
<i>Eriocaulon bilobatum</i>	<i>Ludwigia peploides</i>
<i>Heteranthera peduncularis</i>	<i>Najas guadalupensis</i>
<i>Hydrochloa caroliniensis</i>	<i>Nothoscordum bivalve</i>
<i>Isöetes mexicana</i>	<i>Potamogeton diversifolius</i>
<i>Jaegeria glabra</i>	<i>Sagittaria demersa</i>
<i>Juncus sp.</i>	<i>Utricularia perversa</i>
<i>Lilaea scilloides</i>	

Las especies que se pueden encontrar en sequía y en anegación en el sitio Amealco son dos:

Eryngium cervantesii y *Marsilea quadrifolia*. Estas especies aún cuando se encuentren en los dos hidroperíodos no se encuentran durante todo el año, la primera de las especies sólo

aparece en un 29.4% de un total de 17 fechas de muestreo y la segunda aparece en un 94.1%.

El número de especies que aparecen sólo en anegación en el sitio Huimilpan son 26:

<i>Azolla mexicana</i>	<i>Jaegeria glabra</i>
<i>Bacopa monnieri</i>	<i>Juncus microcephalus</i>
<i>Callitriche deflexa</i>	<i>Juncus sp.</i>
<i>Crassula aquatica</i>	<i>Lemna minor</i>
<i>Crassulaceae</i>	<i>Lilaea scilloides</i>
<i>Cynodon sp.</i>	<i>Najas guadalupensis</i>
<i>Cyperus seslerioides</i>	<i>Paspalum sp.</i>
<i>Eleocharis sp.</i>	<i>Polygonum mexicanum</i>
<i>Euphorbia sp.</i>	<i>Potamogeton diversifolius</i>
<i>Leguminosae</i>	<i>Sagittaria demersa</i>
<i>Gomprena sp.</i>	<i>Sysirinchum cernuum</i>
<i>Heteranthera peduncularis</i>	<i>Utricularia perversa</i>
<i>Isöestes mexicana</i>	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>

Las especies que se encuentran tanto en sequía como anegación en el sitio Huimilpan son nueve:

<i>Aster subulatus</i>	<i>Hydrochloa caroliniensis</i>
<i>Eleocharis acicularis</i>	<i>Ludwigia peploides</i>
<i>Eleocharis montevidensis</i>	<i>Marsilea quadrifolia</i>
<i>Eryngium cervantesii</i>	<i>Panicum sp.</i>
<i>Gnaphalium sp.</i>	

Estas especies aún cuando se encuentren en los dos hidroperíodos no hacen durante todo el año a excepción de *Marsilea quadrifolia*. Puede ser que los puntos en los que se localizan las especies estaban en la parte no inundada o el sitio ya estaba en proceso de desecación.

De acuerdo al índice de diversidad Shannon-Weiner la fecha más diversa es en ambos casos el 01-October de 2000. En el sitio Amealco no coincide con la fecha en que se alcanza el máximo número de especies, contrario a lo que sucede en el sitio Huimilpan que sí coincide.

En la fecha 6 (16-Julio-2000) hay una disminución de la diversidad en ambos sitios, debido a su manejo. En Amealco hubo un gran aporte de agua proveniente de una tubería cercana, mientras que en Huimilpan la vegetación fue removida de uno de los puntos de muestreo.

El cambio paulatino en la composición florística y estructural de la charca, comprobado por el análisis de χ^2 y el desplazamiento de una especie como dominante en los sitios, comprobado por los valores de importancia de las especies, indican la existencia de un mosaico de especies que compiten por recursos.

Dentro de cada charca existe una zonación bien definida ya que los cuadrantes y las especies se agrupan o separan de acuerdo a diferentes factores que afectan a cada punto de muestreo. En el sitio Amealco los principales factores que influyen son cantidad de agua, suelo y tiempo de sequía. En el sitio Huimilpan, donde la micro topografía crea mayor diversidad de hábitats, los factores que influyen para agrupar o separar a las especies y los cuadrantes son el suelo, el agua (cantidad) y el tiempo de humedad o sequía. Las especies presentes en los cuadrantes responden de diferentes formas a dichos factores, algunas se van tornando enanas a medida que va disminuyendo la disponibilidad de agua, otras

desarrollan pubescencia, algunas especies dada su morfología (tallos rastreros, tendencia a crecimiento rizomatoso) se van adaptando a la falta o presencia del agua.

- Euliss, N.H. y D.M. Mushet. 1999. Influence of Agriculture On Aquatic Invertebrate Communities Of Temporary Wetlands In The Praire Pothole region Of North Dakota, USA. *Wetlands*. Vol. 19 No. 3. pp. 578-583.
- Galatowitsch, S.M., N.O. Anderson y P.D. Ascher. 1999. Invasiveness in Wetland Plants in Temperate North America. *Wetlands*. Vol. 19. No. 4. pp. 733-755.
- Howard, R.J. y I.A. Mendelssohn. 2000. Structure and Composition of Oligohaline Marsh Plant communities Exposed To Salinity Pulses. *Aquatic Botany*. Vol 68. pp. 143-164.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) 1986. Síntesis geográfica; Nomenclator y Anexo Cartográfico Del Estado de Querétaro. México. pp. 144.
- Jeffries, M. y D. Mills. 1997. *Freshwater Ecology. Principles and Application*. pp 19-34 John Wiley & Sons. Inglaterra.
- Keeley, J.E. y P.H. Zedler. 1998. Characterization and Global Distribution of Vernal Pools. pp. 1-14. En: Witham, C.W, E.T. Bauder, D. Belk, W.R. Ferren Jr., R. Ornduff y M.G. Barbour (Editores) *Ecology, Conservation, and Management of Vernal Pool Ecosystems Proceedings from a 1996 Conference*. California Native Plant Society. E.E.U.U.
- Krebs, K.J. 1989. *Ecological Methodology*. pp.361-363. Library of Congress. E.E.U.U.
- Lot, A., A. Novelo y P. Ramírez G. 1993. Diversity of Mexican Aquatic Vascular Plant Flora. En: Ramamorthy, T.P., R. Bye y J. Fa. (Editores). *Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution*. 577-591. Oxford University Press. E.E.U.U.

- Luken, J.O. and T.N. Bezold. 2000. Plant communities associated with different shoreline elements at Cave Run Kentucky. *Wetlands*. Vol. 20. No. 3. pp. 479-486.
- Magge, T., T.L. Ernst, M.E. Kentula y K.A. Dwire. 1999. Floristic Comparison Of Freshwater Wetlands In An Urbanizing Enviroment *Wetlands* Vol. 19 No. 3. pp. 517-534.
- Martínez, M. y A. García. 2001. Flora y Vegetación acuáticas de localidades selectas del estado de Querétaro. *Acta Botánica Mexicana* Vol. 54: 1-23.
- Martínez, M. 1999. Propuesta del proyecto "Diversidad Florística y Genética De Plantas Acuáticas En Los Charcos De Amealco Y Huimilpan Qro". CONACYT, México.
- Moreno-Casasola, P., H. López y S. Garza. 1999. La vegetación de los humedales mexicanos. pp. 1-33. Albarca y Herzig Editores. México.
- Platenkamp, G.A.J. 1998. Patterns of Vernal Pool Biodiversity at Beale Air Force Base. pp. 151-159. En: Witham, C.W, E.T. Bauder, D. Belk, W.R. Ferren Jr., R. Ornduff y M.G. Barbour (Editores) *Ecology, Conservation, and Management of Vernal Pool Ecosystems Proceedings from a 1996 Conference*. California Native Plant Society. E.E.U.U.
- Pollock, M. M, R.J. Naiman y T.A. Hanley. 1998. Plant Species In Riparian wetlands-A test of Biodiversity Theory. *Ecology*. Vol. 79. No. 1. pp 94-105.
- Sánchez, G.Z. 2001. Identificación de estructuras de perenación de plantas acuáticas acuáticas vasculares en un charco temporal en Huimilpan, Qro. Tesis que para obtener el grado de Licenciado en Biología. Universidad Autónoma de Querétaro. pp. 47

- Seabloom, E.W., K.A. Moloney y A. G. Van Der Valk. 2001. Constraints On The Establishment Of Plants Along A Fluctuating Water-Depth Gradient. *Ecology*. Vol. 82. No. 8. pp.2216-2232.

- Sculthorpe, C. D. 1967. *The Biology Of Aquatic Vascular Plants*. pp. 10-14 St Martin's Press. Nueva York.

- Snodgrass, J.W., M.J. Komoroski, A.L. Bryan Jr. y J. Burger. 2000. Relationships Among Isolated Wetland Size, Hydroperiod, and Amphibian Species Richness: Implications for Wetland Regulations. *Conservation Biology*. Vol. 14 No. 2 pp.414-419.

- Van Oene, H., E.J.M. van Deursen y F. Berendse. 1999. Plant-Herbivore Interaction and it's consequences for succession in Wetland Ecosystems: A modeling Approach. *Ecosystems*. Vol. 2. pp. 122-138.

- Weltzin, J.F., J. Pastor, C. Harth, S.D. Brindgham, K. Updegraff y C.T. Chapin. 2000. Response Of Bog And Fen Plant Communities To Warming And Water-Table Manipulations. *Ecology*. Vol 81. No. 12. pp. 3464-3478.

- Zamudio, S. J. Rzedowski, E. Carranza y G. Calderón. 1992. La vegetación en el estado de Querétaro. p. 78 CONCYTEQ e Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío.

ANEXO I.-.- Contracciones usadas en las figuras.

En las figuras los nombres de las especies se muestran en una contracción usando las primeras dos letras de cada componente del binomio. En el cuadro se muestra una lista de ellas.

.-Listado de las especies y las contracciones usadas en las gráficas de ordenamiento.

FAMILIA	ESPECIE	CONTRACCIÓN
Asteraceae	<i>Aster subulatus</i> Michx.	Assu
Azollaceae	<i>Azolla mexicana</i> Presl	Azme
Scrophulariaceae	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Pennell	Bamo
Callitrichaceae	<i>Callitriche deflexa</i> A. Braun	Cade
Crassulaceae	<i>Crassula aquatica</i> (L.) Schoenl.	Craq
Crassulaceae	<i>Crassulaceae</i>	Cras
Poaceae	<i>Cynodon</i> sp.	Cyno
Cyperaceae	<i>Cyperus seslerioides</i> HBK.	Cyse
Cyperaceae	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roemer & Schultes	Elac
Cyperaceae	<i>Eleocharis montevidensis</i> Kunth	Elmo
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i> sp.	Eleo
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon bilobatum</i> Morong.	Erbi
Brassicaceae	<i>Eryngium cervantesii</i> Delar.f.	Erce
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp.	Euph
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i> sp.	Gnap
Amaranthaceae	<i>Gomphrena</i> sp.	Gomp
Pontederiaceae	<i>Heteranthera peduncularis</i> Benth	Hepe
Poaceae	<i>Hydrochloa caroliniensis</i> Beauv.	Hyca
Isoetaceae	<i>Isöetes mexicana</i> Underw.	Isme
Asteraceae	<i>Jaegeria glabra</i> (S. Wats.) Rob.	Jagl
Juncaceae	<i>Juncus microcephalus</i> HBK.	Jumi
Juncaceae	<i>Juncus</i> sp.	Junc
Leguminosae	<i>Leguminosae</i>	Legu
Lemnaceae	<i>Lemna minor</i> L.	Lemi
Lilaeaceae	<i>Lilaea scilloides</i> (Poir.) Hauman	Lisc
Scrophulariaceae	<i>Limosella aquatica</i> L.	Liaq
Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) Raven	Lupe
Marsileaceae	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	Maqu
Najadaceae	<i>Najas guadalupensis</i> (Sprengel)	Nagu
Liliaceae	<i>Nothoscordum bivalve</i> L.	Nobi
Poaceae	<i>Panicum</i> sp.	Pani
Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.	Pasp
Polygonaceae	<i>Polygonum mexicanum</i> Small	Pome
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton diversifolius</i> Raf.	Podi
Alismataceae	<i>Sagittaria demersa</i> J.G. Smith	Sade
Iridaceae	<i>Sisyrinchium cernuum</i> (Bickn) Kearney	Sice
Lentibulariaceae	<i>Utricularia perversa</i> P. Taylor	Utpe
Scrophulariaceae	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	Veau