

DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DE PLANTAS EN EL GRADIENTE HÍDRICO DE LA ZONA PALUSTRE DEL HUMEDAL “LAGUNA LOS MILAGROS”

Edilberto Chuquilín B.¹, Oscar Gamarra T.², Manuel Ñique A.¹, Armando Eneque P.¹

Recepcionado: 26 de junio 2011.

Aceptado: 15 de setiembre 2011

Resumen

El estudio se realizó en la zona palustre del humedal “Laguna Los Milagros”, Leoncio Prado, Huánuco - Perú; con la finalidad de determinar la distribución y abundancia de especies de plantas en relación al gradiente hídrico en la estación lluviosa y en la estación seca. El área mínima de muestreo fue de 8 m² y se utilizó el método sistemático para la ubicación de las unidades muestrales y la línea de Canfield a lo largo del gradiente hídrico. Los datos de cobertura, profundidad del agua y la humedad del suelo fueron evaluados mediante el análisis de regresión y el análisis clúster (UPGMA).

La distribución, composición y abundancia de especies de plantas varían en relación al gradiente hídrico. Las tendencias en la abundancia y las asociaciones de las especies a lo largo de este gradiente a distintas escalas espaciales muestran diferencias significativas, por lo que se presentan tres tipos de asociaciones de especies y por lo tanto, tres tipos de hábitats. *Aciotis polystachya*, *Andropogon bicornis*, *Canavalia eurycarpa*, *Lycopodium cernum*, *Pseudelephantopus spicatus* y *Cissus sp* se distribuyen en hábitats no inundados; *Cabomba furcata*, *Eleocharis elegans*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Scoparia dulcis*, *Isachne polygonoides*, *Xyris laxifolia*, *Tonina fluviatilis*, *Scleria microcarpa* y *Ludwigia affinis* se distribuyen en hábitats inundados y; *Aeschynomene sensitiva*, *Calopogonium mucunoides*, *Cyperus difformis*, *Desmoscelis villosa*, *Homolepis aturensis*, *Sauvagesia erecta*, *Chloris radiata*, *Psidium acutangulum* y *Selaginella mertensi* en hábitats transicionales.

Palabras claves: Distribución, gradiente hídrico, zona palustre, humedal.

Abstract

The study was made in the marshy zone of the wetland “Laguna Los Milagros”, Leoncio Prado, Huánuco - Peru; with the purpose of determining the distribution and abundance of plants species in relation to the water gradient on the rainy season and on the dry season. The minimal area of sampling was 8 m² and the systematic method was in use for the location of the sample units and Canfield's line along the water gradient. The information of coverage, depth of the water and the dampness of the soil were evaluated by analysis of regression and the analysis cluster (UPGMA).

The distribution, composition and abundance of species of plants change in relation to the water gradient. The trends in the abundance and the associations of the species along this gradient to different spatial scales show significant differences, for what they present three types of associations of species and therefore, three types of habitats. *Aciotis polystachya*, *Andropogon bicornis*, *Canavalia eurycarpa*, *Lycopodium cernum*, *Pseudelephantopus spicatus* y *Cissus sp* they are distributed in not flooded habitats; *Cabomba furcata*, *Eleocharis elegans*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Scoparia dulcis*, *Isachne polygonoides*, *Xyris laxifolia*, *Tonina fluviatilis*, *Scleria microcarpa* y *Ludwigia affinis* they are distributed in flooded habitats and; *Aeschynomene sensitiva*, *Calopogonium mucunoides*, *Cyperus difformis*, *Desmoscelis villosa*, *Homolepis aturensis*, *Sauvagesia erecta*, *Chloris radiata*, *Psidium acutangulum* y *Selaginella mertensi* they are distributed in transitional habitats.

Keywords: Distribution, water gradient, marshy area, wetland.

¹ Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María- Perú. Email: betochuquilin@yahoo.es

² Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Amazonas- Perú.

Introducción

La heterogeneidad ambiental determina la distribución, composición y abundancia de las especies en los ecosistemas, los cuales debido a este factor presentan gradientes de condiciones o de recursos disponibles. Puede tratarse de gradientes en el espacio o tiempo, gradientes de luminosidad, altitud, latitud, o del gradiente hídrico. Por lo que, la distribución y abundancia de especies de plantas cambia a lo largo de estos gradientes.

La variación de la distribución y abundancia de especies en respuesta a un factor ambiental es conocida como gradiente ambiental (1). Asimismo, se denominan gradientes ambientales (2, 3) a un conjunto de cambios progresivos de los factores ambientales en el espacio. Tal es así, que cada especie tiene un centro de distribución donde alcanza un máximo de abundancia relativa y que fuera de él disminuye gradualmente, por lo que, la vegetación es una distribución de poblaciones que corresponden a la configuración de gradientes ambientales.

La relación existente entre una variable ambiental y la distribución y abundancia de una determinada especie sigue una curva que se asemeja a una distribución de probabilidad normal denominada coenoclina que varía en amplitud, tamaño y forma (2, 4). Existen tres hipótesis (3) referentes a los mecanismos responsables de los cambios de la distribución y abundancia de especies a lo largo de gradientes ambientales. La hipótesis de gradiente presupone que todas las especies son independientes y sus límites de distribución están determinados por factores ambientales que varían continuamente; por lo tanto, la curva de distribución será en forma de campana. La hipótesis de la competencia interespecífica asume que los límites de distribución de las especies están determinados por el efecto excluyente de la competencia y la curva será en forma truncada. La hipótesis del ecotono supone que los límites de distribución de las especies están determinados por las discontinuidades o cambios bruscos del ambiente y las curvas serán truncadas en los ecotonos. Asimismo, cuanto mayor es el gradiente de un factor ambiental clave, más definidos serán los

bordes de la distribución de los grupos contrastantes de las especies y cuando un factor ambiental clave varía a lo largo de un gradiente ambiental, los cambios del status competitivo de las especies pueden generar límites bien definidos (1). Además, el análisis de gradiente implica generalmente el muestreo a lo largo de los diferentes gradientes ambientales.

Dentro de este contexto, las especies de plantas que crecen y se desarrollan juntas en la zona palustre del humedal “Laguna Los Milagros” tienen similares requerimientos para coexistir en términos de gradientes ambientales tales como agua, luz, temperatura, pendiente, entre otros. En consecuencia, la distribución y abundancia de especies de plantas varía en relación al gradiente hídrico en este ecosistema, el cual está siendo afectado por actividades antrópicas como el pastoreo, tala, quema, contaminación por agroquímicos y turismo. Por lo que, se planteó como objetivo determinar la distribución, composición y abundancia de especies de plantas en relación al gradiente hídrico de la zona palustre del humedal “Laguna Los Milagros”.

Materiales y Métodos

Zona de estudio

El estudio se realizó en la zona palustre del humedal “Laguna Los Milagros” (Figura 1), ubicado en el distrito José Crespo y Castillo, provincia Leoncio Prado, Región Huánuco. La zona palustre está asociado a la inundación de la estación de lluvia entre los meses de diciembre a marzo entre un rango de precipitación mensual de 320 a 440 mm. Esta zona en la estación seca, entre los meses de junio a setiembre, presenta hábitats que siempre están inundados, hábitats no inundados y hábitats transicionales entre éstos.

Métodos

La distribución y abundancia de las plantas en relación al gradiente hídrico de la zona palustre del humedal fue evaluado entre los meses de enero y agosto de 2010. El periodo de estudio se dividió en dos fases hidrológicas de la zona palustre: en la estación lluviosa (de enero a marzo) y en la

estación seca (de junio a agosto). El período de estudio en la estación lluviosa se tomó como control debido a que la zona palaustre está siempre inundada y por lo tanto, no existe un gradiente hídrico. En el período de estudio en la estación seca se diferenciaron tres tipos de hábitat: hábitat inundado, hábitat no inundado y hábitat transicional entre éstos. Se determinó el área mínima de muestreo para vegetación (2, 5-7), la cual fue de 8 m². Cada unidad de muestreo se ubicó mediante el método sistemático, cada 5 y 20 m., a lo largo del gradiente hídrico en la estación seca (Figura 1) y en la estación lluviosa a lo largo de zona inundada. Asimismo, se utilizó la línea de Canfield (7) en 20 m del gradiente hídrico. En cada unidad de muestreo se tomaron datos de cobertura de las especies de plantas y las muestras botánicas fueron enviadas al herbario de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y al Museo de

Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para su determinación. Durante el muestreo se midió la profundidad del agua en el hábitat inundado (8) y el contenido de humedad del suelo en el hábitat no inundado y transicional utilizando las técnicas de Weaver y Clements (9) y de Braun-Blanquet (10).

Análisis de datos

Los datos fueron registrados en matrices de datos originales y procesados en el programa Microsoft Excel transformándolos en matrices primarias de especies y secundarias de variables ambientales. Estas matrices fueron utilizadas para realizar análisis de regresión (2) y procesar los datos en el programa PC-ORD (4) utilizando el análisis clúster (UPGMA) para determinar asociaciones de especies a lo largo del gradiente hídrico.

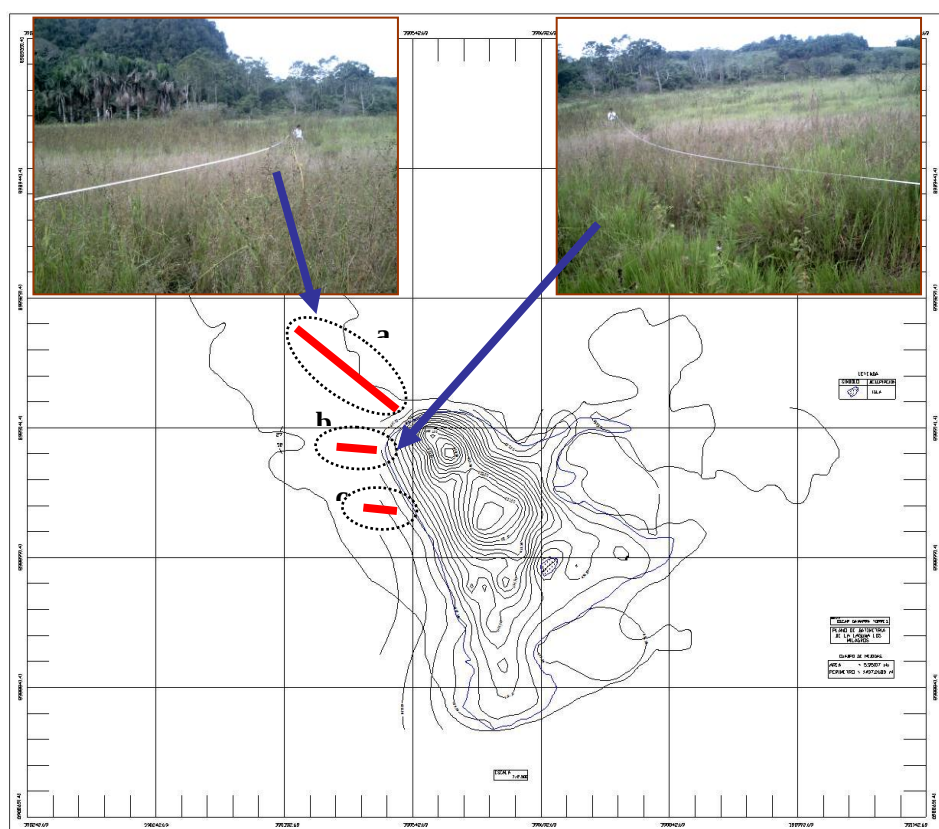


Figura 1. Mapa de la zona de estudio y ubicación de los puntos de muestreo en el gradiente hídrico en: a) 400 m, b) 50 m y c) Línea de Canfield en 20 m, de la zona palaustre del humedal “Laguna Los Milagros”.

Resultados

En el periodo de estudio en la estación seca, el análisis de regresión y análisis clúster

demuestran que las tendencias en la abundancia y asociaciones de las especies de plantas, respectivamente, a lo largo del gradiente hídrico a distintas escalas, en 20 m (Figura 3), 50 m (Figura 4) y 400 m (Cuadro

1, Figuras 2 y 5) de hábitat presentan diferencias significativas. Sin embargo, en el periodo de estudio en la estación lluviosa, el análisis de regresión (Figura 2) explica que la cobertura de cada especie se mantiene relativamente estable, debido a que el hábitat está inundado y no presenta gradiente hídrico y que la variación de la cobertura en dicho hábitat no es significativa ($p < 0.05$, $R^2 = 0.47$ para *Eleocharis elegans* y $R^2 = 0.002$ para *Homolepis aturensis*).

El porcentaje de cobertura de seis especies (Figura 3) y siete especies (Figura 4) de plantas muestra variación en relación al gradiente hídrico desde un hábitat inundado a un hábitat no inundado. El análisis de regresión demuestra que *Scleria microcarpa* y *Tonina fluviatilis* presentan predominancia significativa ($p < 0.05$, $R^2 = 0.99$ y $R^2 = 0.83$ respectivamente) en hábitats inundados; mientras que *Andropogon bicornis*, *Aciotis polystachya*, *Ludwigia affinis*, *Pseudephantopus spicatus*, *Rhynchospora sp* e *Isachne polygonoides* presentan preferentemente predominancia significativa ($p < 0.05$) en hábitats no inundados. La

especie *Xiris laxifolia* no presenta predominancia significativa ($p < 0.05$, $R^2 = 0.25$) en hábitats inundados; sin embargo, se observa que generalmente se encuentra en hábitats inundados, pero puede presentarse en hábitats no inundados con baja cobertura. La especie *Homolepis aturensis* presenta un distribución a lo largo de todo el gradiente hídrico y su mayor cobertura se encuentra en la zona transicional entre hábitat inundado y hábitat no inundado.

La correlación utilizada en el dendrograma del análisis clúster (Figura 5) aplicada a la cobertura de 27 especies de plantas en 20 muestras a lo largo del gradiente hídrico muestra tres grupos de especies, siendo las de mayor distribución y abundancia (Cuadro 1) *Aciotis polystachya*, *Andropogon bicornis* y *Cissus sp* en hábitats no inundados; *Eleocharis elegans*, *Isachne polygonoides*, *Xyris laxifolia*, *Tonina fluviatilis* y *Scleria microcarpa* en hábitats inundados y; *Calopogonium mucunoides*, *Cyperus difformis*, *Desmoscelis villosa*, *Homolepis aturensis*, *Sauvagesia erecta* y *Chloris radiata* en hábitats transicionales.

Cuadro 1. Matriz primaria de cobertura mediante el sistema de Braun-Blanquet de 27 especies de plantas de 20 muestras de 8 m² cada una en el gradiente hídrico, desde hábitat inundado hasta hábitat no inundado, en la zona palustre del humedal "Laguna Los Milagros".

Especies	Muestras																			
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20
<i>Aciotis polystachya</i>	5				5	3	3	3	6	8		1		4	5	5	3		1	
<i>Aeschynomene sensitiva</i>																	2			
<i>Andropogon bicornis</i>					4				1	4				3	4	2				
<i>Cabomba furcata</i>													9							
<i>Calopogonium mucunoides</i>	5											4		3	3		3			
<i>Canavalia eurycarpa</i>										3		3		1	1				1	
<i>Chloris radiata</i>												2		5	8	1				
<i>Cissus</i>			3		1				1	4					2		3		4	
<i>Cyperus difformis</i>	6											8				8	6	3	8	
<i>Desmoscelis villosa</i>	1				1					1				3	2	3	2		3	
<i>Eleocharis elegans</i>		7											8						1	6
<i>Fimbristylis annua</i>					4														2	
<i>Homolepis aturensis</i>	5		2		3					6		4		7	3	5	5	1	4	
<i>Hymenachne amplexicaulis</i>			5																	4
<i>Isachne polygonoides</i>	6	9	8		4	5	3	3			5					5	8	9	8	8

<i>Ludwigia affinis</i>	3																			3
<i>Lycopodium cernum</i>									4											
<i>Paspalum virgatum</i>											3									
<i>Pseudelephantopus spicatus</i>									1											
<i>Psidium acutangulum</i>													1	2						
<i>Richardia brasiliensis</i>	3								1											
<i>Sauvagesia erecta</i>	3				3	1					2		3	2	3	3		3	3	
<i>Scleria microcarpa</i>	4	3	8	6	7	9	8	9	8	3	8	3			3	3	5	6	2	7
<i>Scoparia dulcis</i>																		1		3
<i>Selaginella mertensi</i>														3						
<i>Tonina fluviatilis</i>		5									6	4						5	3	4
<i>Xyris laxifolia</i>		3			3	2	1										4	3	4	2

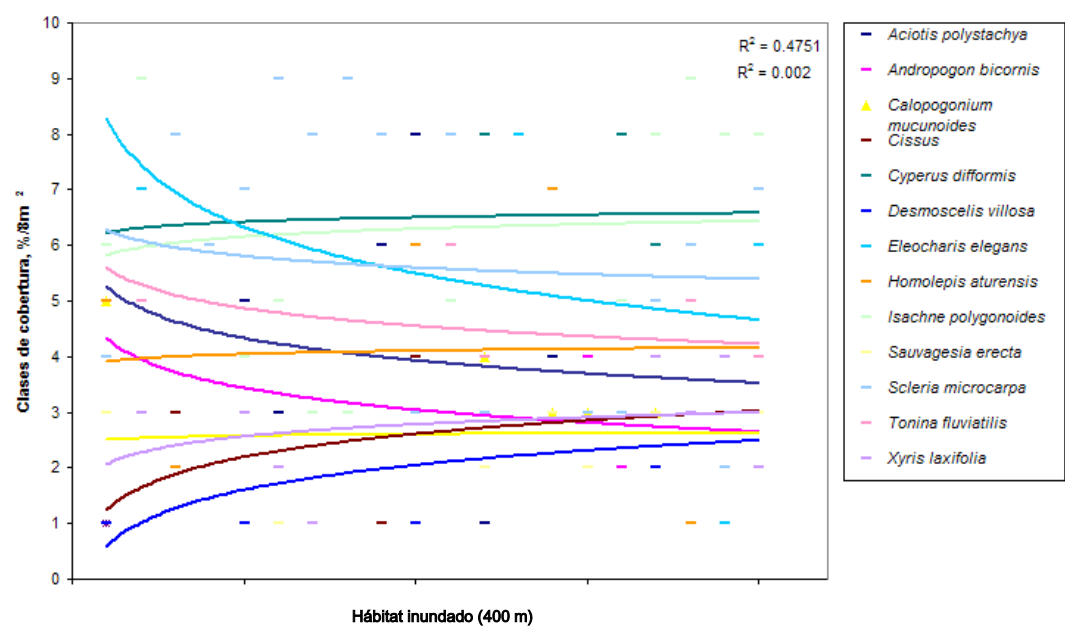


Figura 2. Análisis de regresión de las clases de cobertura del sistema de Braun-Blanquet de las especies de plantas representativas en 50 m de la zona palustre del humedal “Laguna Los Milagros”, en el período de estudio en la estación lluviosa, donde el hábitat está inundado y no se presenta gradiente hídrico.

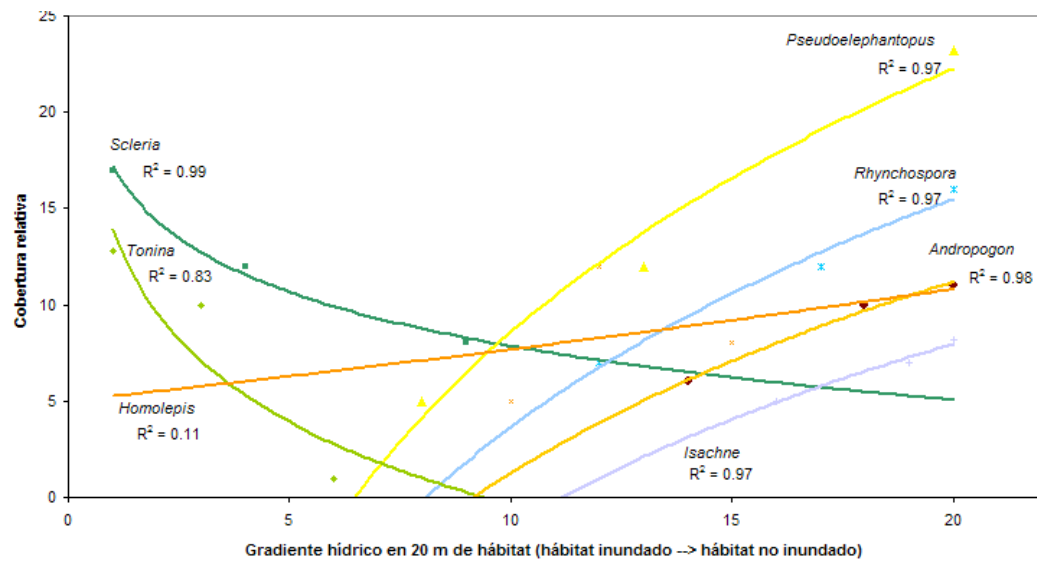


Figura 3. Análisis de regresión de la cobertura relativa de siete especies de plantas en un gradiente hídrico de 20 m (Línea de Canfield) desde hábitat inundado hasta hábitat no inundado.

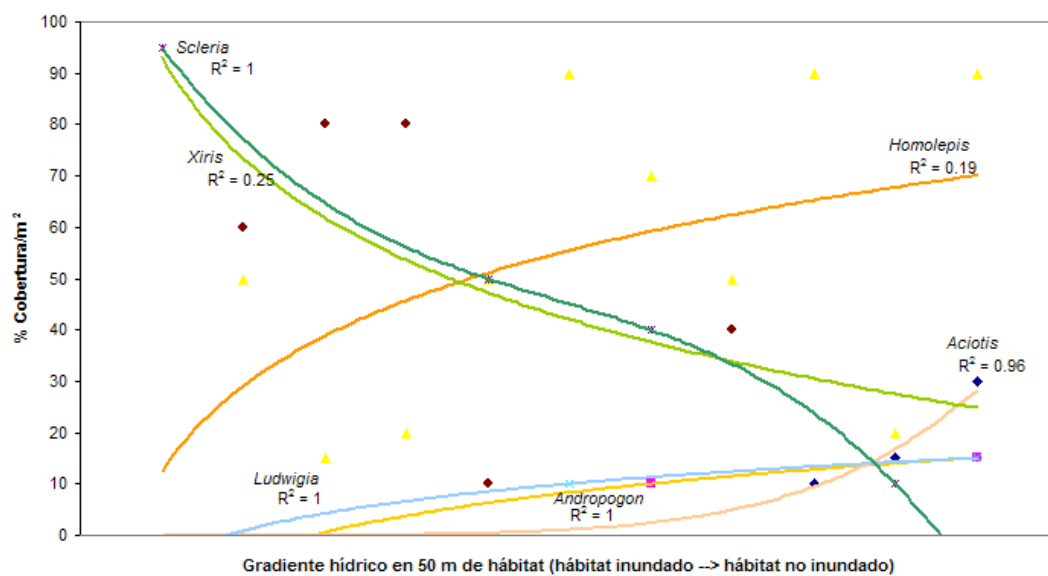


Figura 4. Análisis de regresión del porcentaje de cobertura por metro cuadrado de seis especies de plantas en un gradiente hídrico de 50 m desde hábitat inundado hasta hábitat no inundado.

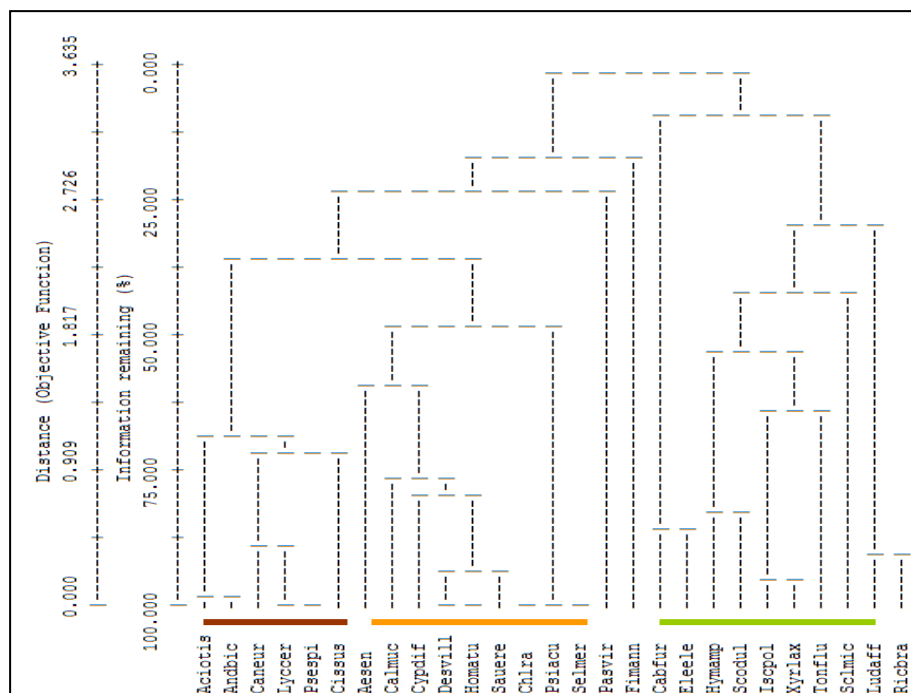


Figura 5. Dendrograma de similitud (UPGMA) entre la cobertura de 27 especies de plantas de 20 muestras en el gradiente hídrico, desde hábitat inundado hasta hábitat no inundado. Aciotis= *Aciotis polystachya*, Andbic= *Andropogon bicornis*, Caneur= *Canavalia eurycarpa*, Lyccer= *Lycopodium cernum*, Pseapi= *Pseudelephantopus spicatus*, Cissus= *Cissus sp.*, Aesen= *Aeschynomene sensitiva*, Calmuc= *Calopogonium mucunoides*, Cypdif= *Cyperus difformis*, Desvill= *Desmoscelis villosa*, Homatu= *Homolepis aturensis*, Sauere= *Sauvagesia erecta*, Chlra= *Chloris radiata*, Psiacu= *Psidium acutangulum*, Selmer= *Selaginella mertensi*, Pasvir= *Paspalum virgatum*, Fimann= *Fimbristilis annua*, Cabfur= *Cabomba furcata*, Eleele= *Eleocharis elegans*, Hymamp= *Hymenachne amplexicaulis*, Scodul= *Scoparia dulcis*, Iscpol= *Isachne polygonoides*, Xyrlax= *Xyris laxifolia*, Tonflu= *Tonina fluviatilis*, Sclmic= *Scleria microcarpa*, Ludaff= *Ludwigia affinis*, Ricbra= *Richardia brasiliensis*.

Discusión

La variación de la abundancia (cobertura, biomasa, número de individuos, área basal) de especies en respuesta a un factor ambiental es conocida como gradiente ambiental y el análisis de regresión (Figura 3 y 4) demuestra que la cobertura de especies de plantas varía en relación a éste, en este caso, al gradiente hídrico desde un hábitat inundado hasta un hábitat no inundado. Asimismo, el análisis de regresión (Figura 2) explica que la proporción de abundancia de cada especie se mantiene relativamente estable en un hábitat donde no presenta heterogeneidad ambiental, es decir, que no presenta gradiente ambiental. Al contrario, en un hábitat heterogéneo, la respuesta de las especies al gradiente hídrico varían significativamente (Figuras 3 y 4); por lo que, la amplitud y altura de la curva de abundancia de cada especie es muy diferente, indicando rangos de tolerancia distintos. Es decir, cada especie tiene una curva diferente

de respuesta para cada factor ambiental y cada curva de distinta forma, altura y amplitud, debido a que las condiciones y recursos de un hábitat son o no favorables para la supervivencia, crecimiento y reproducción de una especie (1). Tal es así, que las especies de plantas tendrán un óptimo de abundancia y un rango de tolerancia a lo largo del gradiente hídrico. Las curvas de tendencia en la abundancia de *Tonina fluviatilis*, *Xyris laxifolia* y *Scleria microcarpa* presentan un máximo en hábitats inundados y van disminuyendo gradualmente hacia hábitats no inundados; mientras que las de *Aciotis polystachya*, *Andropogon bicornis*, *Pseudelephantopus spicatus* y *Rhynchospora sp.* presentan un máximo en hábitats no inundados y van disminuyendo gradualmente hacia hábitats inundados y, la de *Homolepis aturensis* presenta un máximo en hábitats transicionales y va disminuyendo gradualmente hacia ambos tipos de hábitats.

A lo largo del gradiente hídrico se presenta tres tipos de asociaciones de especies de

plantas y por lo tanto, tres tipos de hábitats, tal como lo demuestra la correlación utilizada en el dendrograma (UPGMA) (Figura 5). Las especies *Aciotis polystachya*, *Andropogon bicornis*, *Canavalia eurycarpa*, *Lycopodium cernum*, *Pseudelephantopus spicatus* y *Cissus sp* se distribuyen en hábitats no inundados; *Cabomba furcata*, *Eleocharis elegans*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Scoparia dulcis*, *Isachne polygonoides*, *Xyris laxifolia*, *Tonina fluviatilis*, *Scleria microcarpa* y *Ludwigia affinis* se distribuyen en hábitats inundados y; *Aeschynomene sensitiva*, *Calopogonium mucunoides*, *Cyperus difformis*, *Desmoscelis villosa*, *Homolepis aturensis*, *Sauvagesia erecta*, *Chloris radiata*, *Psidium acutangulum* y *Selaginella mertensi* en hábitats transicionales. Asimismo, las de mayor distribución y abundancia (Cuadro 1) *Aciotis polystachya*, *Andropogon bicornis* y *Cissus sp* en hábitat no inundado; *Eleocharis elegans*, *Isachne polygonoides*, *Xyris laxifolia*, *Tonina fluviatilis* y *Scleria microcarpa* en hábitats inundados y; *Calopogonium mucunoides*, *Cyperus difformis*, *Desmoscelis villosa*, *Homolepis aturensis*, *Sauvagesia erecta* y *Chloris radiata* en hábitats transicionales.

Las tendencias en la abundancia y las asociaciones de las especies de plantas a lo largo del gradiente hídrico a distintas escalas (Figuras 3, 4 y 5) espaciales muestran diferencias significativas. La composición de especies a escalas pequeñas de hábitat existen pocas especies pero explican en detalle la superposición de nichos ecológicos, mientras que a escalas grandes existe mayor diversidad de especies, la superposición de nichos es más compleja y aumenta el número de asociaciones de especies en relación al gradiente hídrico. Por ejemplo, a una escala local (3), dentro de una comunidad las abundancias de las especies pueden estar relacionadas con la configuración del hábitat y que un estudio de dos especies de gramíneas en relación a un área de cambio geológico, *Agrostis* se encontraba preferentemente en suelos calizos y *Festuca* en suelos más silíceos y ambas se correlacionaban negativamente, por lo que la distribución de estas especies estaba afectada por el tipo de suelo. En consecuencia, las diferencias entre las preferencias de hábitat

mantienen separadas la distribución de las distintas especies de plantas de la zona palustre del humedal, tal es el caso de *Xyris laxifolia*, *Tonina fluviatilis*, *Scleria microcarpa* e *Hymenachne amplexicaulis* (Figura 3, 4 y 5) y, de *Aciotis polystachya*, *Andropogon bicornis* y *Pseudelephantopus spicatus* que prefieren hábitats inundados y no inundados, respectivamente. Además, es probable que la distribución espacial y abundancia de éstas estuviera relacionada con la especialización fisiológica, como la supervivencia de plántulas en hábitats inundados o no, hacia los factores ambientales de una determinada sección del gradiente hídrico. Estas especies están limitadas o especializadas para un intervalo del gradiente y pueden excluir o desplazar a otras especies más generalistas en esa parte del gradiente. Por ejemplo, *Homolepis aturensis* y *Sauvagesia erecta* serían especies generalistas porque se distribuyen a lo largo de todo el gradiente hídrico, pero su mayor abundancia lo presentan en la zona transicional entre hábitat inundado y no inundado.

Dentro de este contexto, los diferentes tipos de hábitats en un gradiente ambiental tienen aspectos característicamente diferenciadores de la abundancia, composición y distribución de especies de cada comunidad biológica. Además, las distribuciones de los organismos (3), en este caso de las especies de plantas a lo largo del gradiente hídrico, son el resultado de las respuestas de los organismos con adaptaciones particulares a la heterogeneidad ambiental en el espacio y a la vez los organismos actúan modificando la heterogeneidad ambiental. Entonces, se asume que además del factor humedad, otros factores ambientales como el pH del suelo, variaciones en la pendiente, la textura del suelo, geoquímica del suelo, el nivel piezométrico, drenaje del suelo, germinación de semillas en condiciones hídricas del suelo y las interacciones de competencia influirían en la distribución y abundancia de las especies de plantas en la zona palustre del humedal “Laguna Los Milagros”.

Conclusiones

- La distribución, composición y abundancia de especies de plantas varían en relación al gradiente hídrico de la zona palustre del humedal “Laguna Los Milagros”.
- A lo largo del gradiente hídrico se presenta tres tipos de asociaciones de especies de plantas y por lo tanto, tres tipos de hábitats. Las especies *Aciotis polystachya*, *Andropogon bicornis*, *Canavalia eurycarpa*, *Lycopodium cernum*, *Pseudelephantopus spicatus* y *Cissus sp* se distribuyen en hábitats no inundados; *Cabomba furcata*, *Eleocharis elegans*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Scoparia dulcis*, *Isachne polygonoides*, *Xyris laxifolia*, *Tonina fluviatilis*, *Scleria microcarpa* y *Ludwigia affinis* se distribuyen en hábitats inundados y; *Aeschynomene sensitiva*, *Calopogonium mucunoides*, *Cyperus difformis*, *Desmoscelis villosa*, *Homolepis aturensis*, *Sauvagesia erecta*, *Chloris radiata*, *Psidium acutangulum* y *Selaginella mertensi* en hábitats transicionales.
- Las diferencias entre las preferencias de hábitat mantienen separadas la distribución de las distintas especies de plantas de la zona palustre del humedal, tal es el caso de *Xyris laxifolia*, *Tonina fluviatilis*, *Scleria microcarpa* e *Hymenachne amplexicaulis* y, de *Aciotis polystachya*, *Andropogon bicornis* y *Pseudelephantopus spicatus* que prefieren hábitats inundados y no inundados, respectivamente. *Homolepis aturensis* y *Sauvagesia erecta* se distribuyen a lo largo de todo el gradiente hídrico, pero su mayor abundancia lo presentan en la zona transicional entre hábitat inundado y no inundado.

Referencias Bibliográficas

1. Kent M, Coker P. Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach. London: Belhaven Press; 1992.

2. Ramírez-González A. Ecología Aplicada. Santa Fe de Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá; 1999.
3. McNaughton SJ, Wolf LL. General Ecology. New York: Edit. Holt, Rinehart and Winston; 1979.
4. McCune B, Grace B. Analysis of Ecological Communities. Oregon: MjM Software Design; 2002.
5. Matteucci SD, Colma A. Metodología para el Estudio de la Vegetación. Monografía Científica N° 22, Serie de Biología. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington D.C.; 1982.
6. Magurran AE. Diversidad Ecológica y su Medición. Barcelona: Ediciones Vedral; 1989.
7. Graf E, Sayagués L. Muestreo de la Vegetación. Unidad de Sistemas Ambientales, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Uruguay; 2000.
8. Tiner RW. Wetland indicators: a guide to wetland identification, delineation, classification and mapping. New York; 1999.
9. Weaver JE, Clements FE. Ecología Vegetal. Buenos Aires: Ediciones Acme Agency; 1950.
10. Braun-Blanquet J. Fitosociología Bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales. Madrid: Ediciones H. Blume; 1979.