

La vegetación del humedal “Abrás de mantequilla”. Composición florística. Bases para su restauración

Abras de Mantequilla Wetland Vegetation. Floristic Composition. Grounds for its Restoration

Elias Cuasquer¹, Darwin Salvatierra¹, Edwin Jimenez¹, ^oHerminio Boira²

¹Laboratorio de Geobotánica. Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Campus Manuel Haz Alvarez. Av. Quito Km 1.5 vía Santo Domingo de los Tsachilas. EC.120501. Quevedo, Ecuador. jcuasquer@uteq.edu.ec; dsalvatierra@uteq.edu.ec; ejimenez@uteq.edu.ec

²Investigador PROMETEO- Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Campus Manuel Haz Alvarez. Av. Quito Km 1.5 vía Santo Domingo de los Tsachilas. EC.120501. Quevedo, Ecuador. Instituto Agroforestal Mediterráneo. Universidad Politécnica de Valencia. Prometeo SENESCYT (Ecuador). hboira@gmail.com

Resumen

Las principales agrupaciones vegetales del humedal de Abrás de Mantequilla y su entorno se obtuvieron a partir de una matriz de 61 inventarios (Two-way Indicator Species Analysis; TWINSPAN) que evidenció la existencia de cuatro asociaciones características de biotopos más importantes, derivada de la fuerte eutrofización de las aguas (bajos valores de oxígeno disuelto (DO) ppm y altos para sólidos totales disueltos (Tsd) mg/L). La vegetación acuática flotante o enraizada (VAG) es de mayor extensión, con dos especies dominantes, *Ludwigia helminthorhiza* y *Eichhornia crassipes*, propias de hábitats acuáticos con un alto grado de eutrofización y tres variantes que dependen del nivel del agua de las praderas flotantes (VAPF) - compuesta por gramíneas (*Panicum maximum*, *P. mertensii*, y *Paspalum repens*) con largos rizomas que se entretajan para evitar la disgregación. La formación periférica, sometida a periodos de inundación recurrente (VBSI), se caracteriza por la presencia de arbustos y árboles del bosque seco (*Xylosma benthamii*, *Hematoxylum campechianum*), tolerantes a la inundación prolongada, y restos arvenses asociada en los cultivos durante la época seca. El análisis de componentes principales (PCA) pone de manifiesto la fuerte alteración de origen antrópico. Los dos primeros factores con valores de 10.28 y 5.11, asumen sólo el 25.60% de la varianza. De los índices de biodiversidad obtenidos, la vegetación palustre natural (*Albidella nymphaeifolia*, *Sagittaria sagittifolia*, *S. lancifolia*) es la que se destaca en las áreas con acuíferos subterráneos emergentes. La vegetación del bosque seco circundante (VBS) presenta una relativa homogeneidad florística y bajo índice de biodiversidad.

Palabras clave: Flora acuática, humedal, Abrás de Mantequilla, fitosociología, biodiversidad.

Abstract

Abras de Mantequilla wetland and its surroundings' major plant groups were obtained from a 61 inventory matrix (Two-way Indicator Species Analysis; TWINSPAN), which evidenced the existence of four most important biotopes characteristic associations, resulting from strong water eutrophication (low levels of dissolved oxygen (DO) ppm and higher for total dissolved solids (TDS) mg / L). Aquatic vegetation, floating or rooted, (VAG) is the most extensive, with two dominant species, *Ludwigia helminthorhiza* and *Eichhornia crassipes*, typical of aquatic habitats with a high degree of eutrophication and three variants depending on the water level in floating meadows (VAPF). It consists of grass (*Panicum maximum*, *P. mertensii*, and *Paspalum repens*) with long rhizomes that interweave to prevent disintegration, what favors birds. Peripheral formation, subjected to periods of recurrent flooding (VBSI), is characterized by the presence of dry forest shrubs and trees (*Xylosma benthamii*, *Hematoxylum campechianum*), tolerant to prolonged flooding, and weed remains associated in crops during the dry season. The principal component analysis (PCA) shows a strong anthropic alteration. The first two factors with values of 10.28 and 5.11, assume only 25.60% of the variance. Biodiversity indices obtained, stress that natural marsh vegetation (*Albidella nymphaeifolia*, *Sagittaria sagittifolia*, *S. lancifolia*) is the one prevailing in areas with emerging underground aquifers. Surrounding dry forest vegetation (DFV) presents a relative floristic homogeneity and low biodiversity index.

Key words: Aquatic plants, wetland, Abrás de Mantequilla, phytosociology, biodiversity.

Introducción

La vegetación de los bosques secos tropicales está determinada por un clima bimodal, con la incidencia de un periodo seco en donde la evapotranspiración supera a la precipitación, condicionando severamente el desarrollo vegetativo. Los valores de los índices bioclimáticos, en especial ombrotérmico general ($I_o = 1.58$) y ombrotérmico en la época seca ($I_{od} = 0.06$), sitúan las formaciones boscosas en torno al humedal, dentro del tipo de bioma de sabana xérica semiárida con estructura de microbosque deciduo o hiemisilva (Rivas, 2008).

A diferencia de los bosques estacionalmente secos de la Región Tumbesina de Perú y Ecuador (Aguirre et al., 2006), los del entorno del humedal de Abras de Mantequilla están caracterizados por una disposición de recursos hídricos y edáficos variables en función de las explotaciones agrícolas y forestales (Bourliere, 1983; Gottsberger y Silberbauer-Gottsberger, 2006.) que, junto con la geomorfología, topografía y características físico-químicas de los suelos, juegan un papel determinante en la composición florística y en sus aspectos funcionales (Franco, 2002; Haridasan, 2008). El bosque climático en el área del humedal de Abras de Mantequilla (Figura 1) ha quedado reducido a una pequeña y fragmentada extensión de algo más del 5% de la superficie. La explotación agrícola y ganadera ha provocado, no solo su drástica reducción, si no la pérdida de biodiversidad. Solo en la Reserva Ecológica de Jauneche (cantón Palenque) se conserva la riqueza florística original de la región.

Otro factor que determina la fisonomía del paisaje, y en ella su composición florística, es la disponibilidad de agua a partir de la capa freática. Ello determina que, como ocurre en las sabanas del centro de Brasil (Eiten, 1972; Furley, 1996), exista una estrecha relación entre la topografía y la altitud, a pequeña escala, con la composición florística, incluso a veces dentro de pocos centenares de metros. De hecho, en la periferia o en los mismos cauces y lagunas, los acuíferos subterráneos pueden aflorar, creando pequeñas áreas de regeneración del medio y contribuyendo a mantener y albergar ciertas especies en peligro de extinción local, como ocurre en el humedal Abras de Mantequilla (AdM).

Estas observaciones son válidas cuando se comparan también los biotipos. En niveles superiores del gradiente topográfico, por lo general sobre profundos oxisoles, dominan los fanerófitos, constituyendo doseles estratificados y cerrados. A medida que disminuye la altitud, disminuyen los fanerófitos; los suelos, con la capa freática más próxima a la superficie, pueden llegar incluso a sufrir leves y periódicas inundaciones, dando paso a formaciones abiertas de nanofanerófitos acompañados de geófitos palustres propios de familias acuáticas o palustres (alismatáceas, ciperáceas, gramíneas y otras) y terófitos escandentes (lianas, bejucos) (Eiten, 1972; Furley, 1999). En una determinada área, como la del humedal AdM, las variaciones florísticas y estructurales

a lo largo de los gradientes topográficos son asumidos, independientemente del bioclima, por las propiedades físico-químicas del suelo, actuando algunos factores como filtro para el establecimiento de las especies (Ruggiero et al., 2006).

El régimen hídrico, en los humedales de pequeñas cuencas continentales o litorales, se considera el factor primordial determinante en la distribución de las especies y en la fisonomía del paisaje (Gottsberger and Silberbauer-Gottsberger, 2006; Child et al., 2010; Boira, 2013); la colmatación de los mismos, como fenómeno natural en las series de vegetación edafohigrófilas, es un proceso ligado en su velocidad a la topografía de las cubetas y a las oscilaciones del nivel de agua.

La vegetación macrofítica subacuática juega un papel determinante en las cadenas tróficas y por consiguiente en la biodiversidad. Son de especial interés las praderas sumergidas constituidas por elementos florísticos de las familias miriofiláceas, ceratofiláceas y nimfáceas, propias de aguas oligo-mesotróficas y en cuyo seno se desarrollan las fases larvianas y juveniles de numerosos macro invertebrados acuáticos (moluscos, crustáceos, anélidos, y otras). Sin embargo, su papel protector puede tener consecuencias negativas sobre los productores primarios y en especial el fitoplancton (Jones, 1990).

La densidad de fitoplancton, medida en cantidad de clorofila, está relacionada negativamente con la densidad de macrófitos acuáticos por el papel de filtro que estos ejercen sobre la luz; muchos de ellos obtienen la mayor parte de los nutrientes a través de los sedimentos (Cariguan y Kalff, 1980) siempre que el nivel de agua y las características morfológicas de las cubetas permitan el acceso. Otros absorben directamente los nutrientes de las columnas de agua en las que se desarrollan sus órganos radiculares constituyendo una competencia para el fitoplancton (Balls et al., 1985).

El efecto de los macrófitos flotantes, como la lenteja de agua (*Lemna* sp.) o el lirio de agua (*Eichornia* sp.) entre otros, puede tener un efecto sobre el fitoplancton si las poblaciones experimentan un fuerte crecimiento debido a la eutrofización, ya que cubren la lámina de agua e impiden el paso de la luz (Timms y Moss, 1984; Rorslett et al., 1986). Sin embargo, en determinadas condiciones de eutrofización, cuando la contaminación procede de pesticidas o excesivos superfosfatos en los abonos pueden tener efectos positivos, contribuyendo a la liberación de minerales en especial fósforo (Engel, 1988).

El área del humedal AdM, con aproximadamente 63.300 ha de extensión y relacionada con seis cuencas fluviales del Ecuador, alberga formaciones vegetales muy diversas, desde las propias comunidades hidrófitas y helófitas en zonas de inundación con niveles variables y estacionales, hasta restos del bosque climático deciduo (Bosque siempreverde de tierras bajas de la Costa) MAE (2012). La categoría de "Sitio RAMSAR con el N.º. 1023" otorgada en el año 2000, se justifica de forma oficial por su extensión, por su función

como sede de anidación y paso de aves nativas y migratorias, entre ellas cuatro amenazadas, y por la rica y diversa ictiofauna integrada en las cadenas tróficas. Pero además, contribuye al mantenimiento y desarrollo de los núcleos urbanos de su entorno.

En la actualidad la mayor parte de la superficie (95%) es objeto de explotaciones agropecuarias con un fuerte impacto negativo sobre el humedal a través de la escorrentía y lixiviación de los compuestos orgánicos, fertilizantes y pesticidas efluentes de los cultivos de maíz y arroz en particular. Los estudios sobre el medio natural del humedal se han centrado fundamentalmente sobre la fauna y el fitoplancton, estos últimos a raíz de la progresiva contaminación acuática. Las referencias a la flora y a la vegetación son por lo general aisladas y forman parte de trabajos no específicos del ecosistema. Solo el bosque seco del entorno ha sido abordado en un estudio particular sobre la flora de Jauneche (Dodson *et al.*, 2005); en él se registran más de 728 especies de plantas vasculares, en especial especies emergentes, de dosel y lianas, pero con escaso rigor en la caracterización taxonómica y diversidad de los elementos acuáticos y palustres.

En el límite inferior de estos bosques, junto a lagunas, ríos y esteros, se establecen orlas de vegetación aclaradas y sometidas al régimen de inundaciones (Rossatto *et al.*, 2012). La cobertura de los bosques remanentes representa solo el 5% de la superficie, consecuencia de la colonización agrícola; los parches que se encuentran están ubicados en los recintos de Campo Verde, El Abanico, El Recuerdo y San Juan de Abajo. Entre la flora más representativa se encuentra especies de los géneros de Albizia, Centrolobium, Ceiba, Triplaris, Vitex, Jatropha, Muntingia, Cordia, Manguifera, Ficus, Causoopa, Acacia y entre otros, constituyendo la flora más importante de la región conjuntamente con la Reserva Ecológica Jauneche.

La singularidad del ecosistema de Abrás de Mantequilla está basado en su geomorfología que se compone por un mosaico de lomas (de 6 a 12 m de desnivel) y valles surcados por ríos de amplios canales de aguas lenticas en esteros, la inundación temporal correspondiente a la precipitación estacional y como consecuencia de ello, una alternancia en los niveles de inundación que alcanzan diferencias de hasta 5 m. No se han llevado a cabo estudios sobre el valor ecológico de las especies vegetales, su función colonizadora así como su papel bioindicador, característico de las distintas comunidades vegetales. Mientras en los ecosistemas fluviales y lacustres de planicies y llanuras se establecen, a nivel mundial, orlas de vegetación periférica palustre, responsables de una lenta y progresiva colmatación, en el humedal de Abrás, la orla la constituye una franja de bosque con especies características y adaptadas a un largo periodo de inundación. Una alteración en el régimen hídrico, como la disminución de caudales o menores intervalos de cota de inundación, favorecería el establecimiento del bosque secundario.

Considerando la ausencia de estudios específicos la

vegetación y el paisaje del ecosistema del humedal Abrás de Mantequilla, los objetivos propuestos en el trabajo contemplan el Estudio florístico: 1) Inventariar y analizar las principales comunidades y asociaciones de la vegetación acuática, palustre y bosque periférico inundable con sus especies características; 2) Caracterizar ecológicamente las comunidades y asociaciones vegetales a partir de parámetros fisicoquímicos de las aguas y régimen de inundación y 3) Determinar de la riqueza y pureza florística mediante la evaluación de la biodiversidad.

Materiales y métodos

La zona de estudio, representativa del actual ecosistema del humedal (Figura 1), comprende ríos, esteros y áreas periféricas a lo largo del río Vínces (Cuenca del río Guayas) en la provincia de Los Ríos (Ecuador). Está delimitada por las coordenadas UTM: 652754E, 9655912N, en el extremo NE (Las Garzas); 646645E, 9828435 N, en el S (Vínces) y 641081E, 9840793N, en el W (Palenque).

Los estudios se realizaron durante la época estival (época seca, septiembre a octubre, 2014) y principios de invierno (época húmeda, enero a marzo, 2015). La determinación de las muestras de plantas recolectadas, prensado y secado en el herbario de la UTEQ y para la identificación se utilizó las claves generales (Harling *et al.*, 1973-2005) y estudios específicos (Brown, 2008). Los especímenes de interés corológico o ecológico fueron depositados en el Herbario de la UTEQ. En los inventarios de vegetación acuática se incluyeron datos fisicoquímicos correspondientes de las aguas: pH, T_a , salinidad, oxígeno disuelto (DO), conductividad eléctrica (EC) y total sólidos disueltos (Tsd), mediante sonda multiparamétrica (HANNA mód. HI9828), como indicadores de la calidad de las mismas y su relación con la vegetación. Los inventarios fueron levantados de acuerdo al método Sigmatístico (Braun-Blanquet, 1979), incluyendo todas las especies y su valor de abundancia-dominancia. Para ello, y partiendo de una determinada superficie, según el tipo de formación vegetal que la cubre, se levantaron inventarios en los que figuran las especies y los valores de abundancia dominancia según el porcentaje de cobertura (proyección de las partes aéreas, copas en caso de árboles, sobre el suelo). Los valores de cobertura del área asignados para cada especie con un valor de: 5 para mayor del 75%; 4, entre el 50 y 75%; 3, entre 25 y 50%; 2, entre 5 y 25%; "+", individuos raros o únicos con pequeña cobertura (inferior al 1%). En los tratamientos numéricos al signo "+" se le atribuye un valor de 0.20.

Con la matriz de datos (especies x inventarios) se determinó, previa eliminación de los taxones presentes en menos del 5% de los inventarios, los principales grupos de vegetación y sus especies características aplicando el software específico Two-Way Indicator Species Analysis (TWINSPAN:

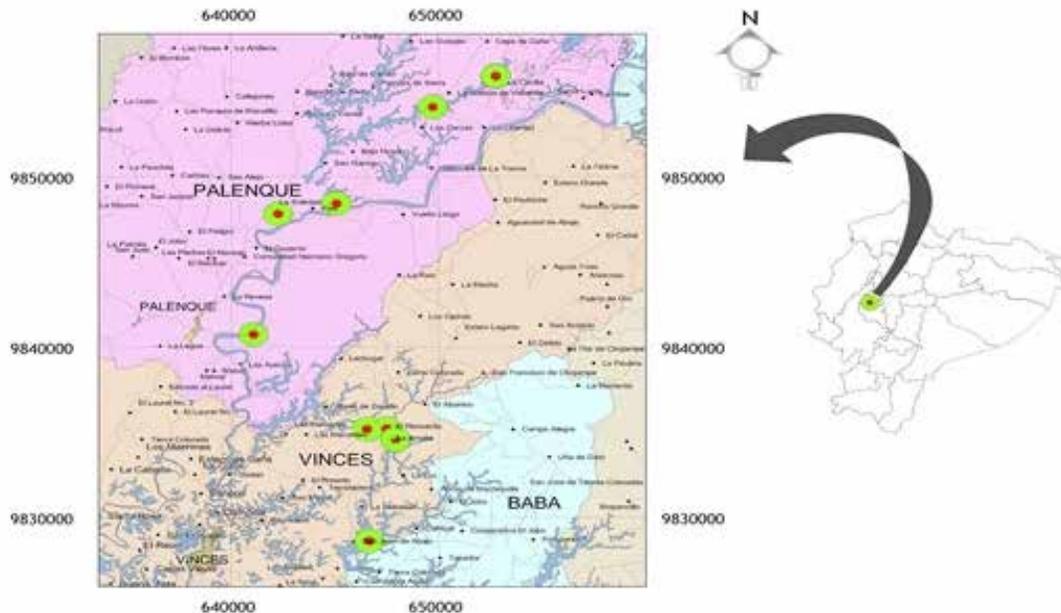


Figura 1. Zona de estudio (Los Ríos, cantones de Palenque y Vinces) y áreas de muestreo (círculos) en el humedal Abras de Mantequilla

Hill, 1979), lo que permitió crear unidades de vegetación mediante la agrupación de inventarios según las distancias florísticas y obtener valores propios significativos para las especies características de cada unidad.

Los parámetros físico-químico de las aguas que se obtuvieron en función de la presencia de hidrófitos, entre 20 y 80 cm de profundidad. En caso de aguas contaminadas, sin presencia de especies, los datos se registraron en función de la profundidad de la cubeta, variando entre 10 y 100 cm. Los muestreos estuvieron ligados a los 61 inventarios correspondientes.

La relación de los factores ecológicos con las asociaciones y su estructura se obtuvieron mediante el método de componentes principales (PCA) dentro del paquete estadístico MVSP (Multivariate Statistical Package) (Kovacs Computer, 2012). El mismo programa se empleó para los cálculos de biodiversidad basados en la fórmula propuesta por Shannon y Weaver (1971).

Resultados y discusión

Exceptuando la vegetación del bosque seco, no afectada por el régimen hídrico del humedal, y las especies acuáticas dominantes, bioindicadoras de un amplio grado de eutrofización (Anexo 1), las agrupaciones no se definieron en unidades discretas por la numerosa presencia de taxones de amplio espectro ecológico como las arvenses en cultivos

periféricos y las acuáticas invasoras cosmopolitas.

Los resultados del análisis de grupos (TWINSpan) permitieron diferenciar cinco comunidades vegetales y sus correspondientes variantes. Tres asociaciones forman parte de la serie de vegetación edafohigrófila; una de ellas, (1) vegetación palustre primaria (VPP), relictiva y presente en hábitats fragmentados, contiene especies de alto valor corológico, encontrándose en pequeñas charcas originadas por el afloramiento de acuíferos o manantiales a veces en el interior de parcelas de cultivo; una segunda, (2) vegetación acuática praderas flotantes (VAPF), es de carácter estable y flotante; asume la función de residencia o nicho de aves, fundamentalmente. (3) Las formaciones acuáticas en general (VAG) son de mayor extensión en el humedal, reflejan por el contrario el estado de degradación del mismo, ya que en ellas predominan especies invasoras con una fuerte capacidad de expansión y colonización. Las dos últimas asociaciones obtenidas corresponden al (4) bosque seco (VBS) y a una franja inferior del mismo sometida a las inundaciones periódicas y constituyen la orla exterior en áreas no alteradas por prácticas agrícolas (VBSI) (5).

Los factores que las definen son numerosos y con valores propios bajos. De los resultados obtenidos del PCA, basados en los coeficientes de correlación de los inventarios, los dos primeros factores se observaron tan solo el 25% de la varianza. El primer factor (F1=17% de la varianza) separa los grupos de vegetación acuática de los típicos del bosque seco, mientras que el segundo (F2 = 8.50%) explica una gradación

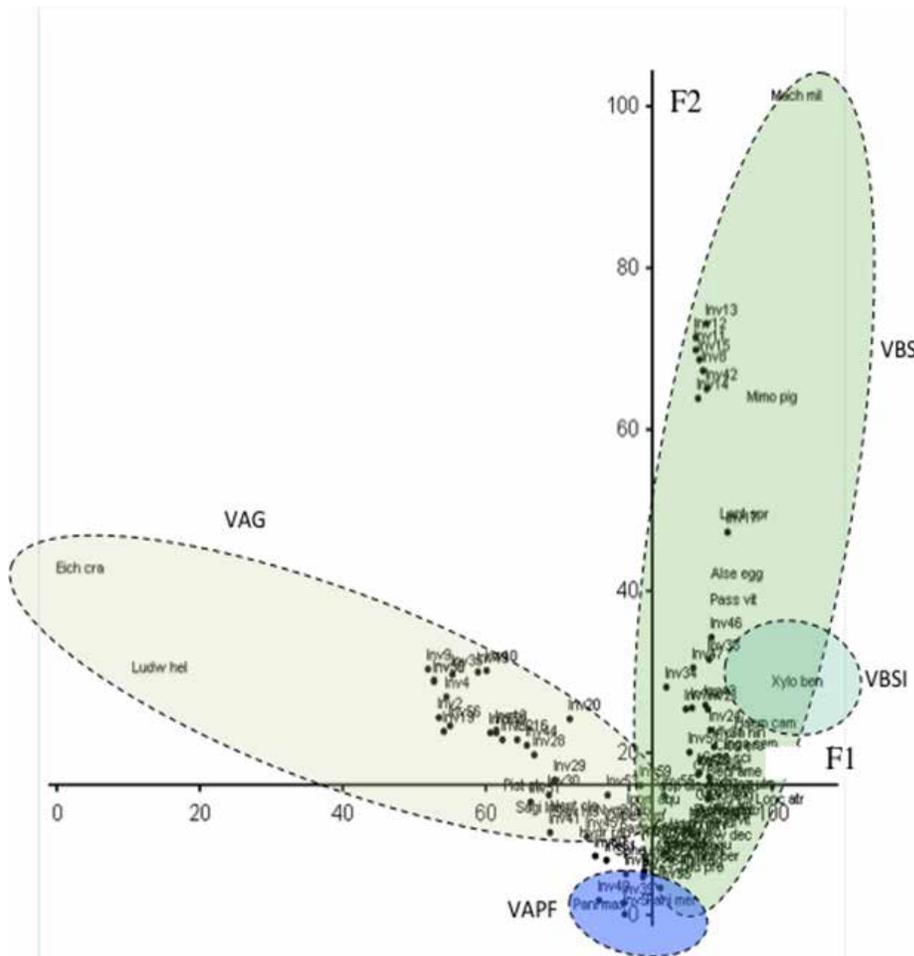


Figura 2. Grupos de vegetación distribuidos a lo largo de los dos primeros ejes extraídos del PCA (Varianza representada F1= 17%; F2= 8.50%). La comunidad VAG está ligada fundamentalmente a los valores negativos de F1; en ella destacan plantas propias de aguas eutrofizadas como *E. crassipes* L. *helminthorrhiza*. En la comunidad VBS se integran especies de bosque seco relacionadas con valores positivos del eje F2 (*M. Pigra* (*Mimo pig*), *L. sprucei* (*Lant spr*)) como bioindicadoras. El bosque seco inundable (VBSI) con *X. benthamii* (*Xylo ben*) y *H. campechanum* (*Hem cam*), como características del bosque seco. La vegetación de praderas flotantes (VAPF) guarda una escasa relación con los valores negativos de F2, así como la vegetación acuática primaria (VAPP), casi imperceptible por la escasa relación con ambos factores.

de comunidades acuáticas y palustres en función de variables ambientales diversas (Figura 2).

Vegetación acuática errante (VAG)

En la época seca (diciembre a enero), es la formación de mayor extensión en el humedal. Llega a ocultar prácticamente la superficie del agua en los esteros y lagunas, dificultando la navegación y creando un medio afótico que impide la productividad primaria, en especial del plancton (Romo y Miracle, 1994; Nöges *et al.*, 2003).

La fuerte eutrofización y las variaciones superficiales de la lámina de agua, favorecen los mecanismos de crecimiento y reproducción de las especies neocolonizadoras, comunes en casi todas las zonas estudiadas, (*Eichornia crassipes*,

Ludwigia helminthorrhiza) y en menor frecuencia, pero con los mismos rasgos ecológicos, sus acompañantes (*Salvinia hispida* y *Neptunia oleraceae*; Cuadro1, Inv. 1-12).

Desde las zonas centrales de los esteros hasta las orillas se incorporan a las especies mencionadas distintos taxones auspiciados por rasgos de las cubetas, como la profundidad y la pendiente entre otros, y que permiten diferenciar tres subasociaciones. *Nymphaea glandulifera* se presenta como diferencial de las zonas interiores más profundas (1-2 m; Cuadro 1, Inv. 13 a 16) y por lo general con menos eutrofización. En estas circunstancias es baja la riqueza florística. A medida que disminuye la profundidad y en las inmediaciones de las orillas, se instalan grandes poblaciones flotantes de lirios de agua (*Eichornia* sp., *Pistia stratioides*, *Sagittaria* sp., *Neptunia*

aquatica, y otros), siendo la especie *Sagittaria lancifolia* la diferencial del subgrupo (Cuadro 1, Inv. 18 a 22).

A medida que disminuye el nivel del agua y se entra en zona de contacto con los cultivos, aparece como dominante y característica de este subgrupo *Paspalum maximum* (Cuadro 1, Inv. 23 a 28), acompañada de un cortejo variable de especies palustres (*Ipomoea aquatica*, *Ipomoea carnea*) o arvenses y ruderales (*Oenothera villosa*, *Cyperus compactus*, *Sphenoplea ceylanica*, y otros).

Este tipo de vegetación es probablemente el que mejor refleja la elevada degradación del medio. En el análisis de componentes principales (PCA), los valores propios de los factores extraídos son muy bajos; la suma de los primeros 5 factores alcanza solo a explicar el 46.60% de la variabilidad total. La presencia de taxones acuáticos o palustres de amplio espectro ecológico pero favorecidos por la elevada concentración de nutrientes, regímenes de inundación variable, pesticidas etc., crea una distribución diluida a lo largo del eje principal (Figura 1; Grupo VAG).

La presencia constante y alta densidad de *Panicum maximum*, a pesar de ser un bioindicador de estado regresivo (Soriano, 2010), ejerce un papel positivo sobre la recuperación de la macro fauna palustre en lechos degradados por aguas efluentes de actividades humanas (Pétémanagnan et al., 2011). Esta formación es favorecida por la alta concentración de nitratos y fosfatos en el agua. Las causas de su dominancia hay que atribuir las a las transformaciones agrícolas y ganaderas principalmente y a su constante vertido de nutrientes y pesticidas. De algunos datos referentes a la calidad de agua (DO y TSD), tomados durante el periodo seco de 2014 (Sep. a Nov., 2014) y principios del periodo húmedo (Ene. a Feb., 2015) (Cuadro 2) se puede comprobar la baja calidad biológica de las aguas y su degradación referidos a estudios realizados previamente (Alvarez y Mynett, 2010) sobre el estado del fito y zooplancton y su relación con la eutrofización del medio. Esta circunstancia es destacable en los esteros del área de Las Garzas y Pise (Cuadro 2).

Las praderas acuáticas flotantes (VAPF)

Constituyen una unidad fisionómica y funcional que viene a sustituir a los carrizales (*Phragmites* sp., *Scirpus* sp, magnocárices, y otros) y tatorales (*Typha* sp, *Schoenoplectus* sp., *Cyperus* sp.) de otros humedales (Moreno-Casasola et al., 2010; Boira, 2013) en los que las oscilaciones del nivel de agua son menores y con periodicidad no tan acusada. Están formadas por especies de gramíneas con gruesos y largos rizomas que se entretajan para dar consistencia física y resistencia mecánica a la disgregación. Ello hace que, a diferencia de las formaciones de *Eichornia crassipes*, que se fragmentan al aumentar el nivel de agua, la superficie y la corriente, en el caso de estas praderas puedan permanecer como grandes unidades de lento movimiento y ancladas en muchos casos a las orillas.

Desde el punto de vista ecológico juegan un papel

determinante como puntos de parada, descanso y anidación de numerosas aves e incluso como fuente de alimentación (Pétémanagnan et al., 2011).

La composición florística (Cuadro 3) registra, como dominantes y características, a las especies *Panicum martensii* y *Paspalum repens*, a las que se unen en determinados ecotópos, *Panicum maximum* y otras propias del humedal.

La plasticidad de los rizomas y su tasa de crecimiento les permite responder de forma rápida a las crecidas de caudal. La proximidad de estas praderas flotantes a las orillas de los esteros facilita la incorporación de elementos de biología similar aunque de mayor espectro ecológico (Cuadro 3; Inv. 3 y 4). Esta combinación florística esta poco relacionada con los dos primeros factores extraídos (Figura 1).

La vegetación acuática primaria (VAPP)

Este tipo de vegetación se localiza, de forma relicta, en determinadas áreas periféricas al humedal donde existen surgencias de acuíferos. Los inventarios levantados (Cuadro 4, Inv. 1, 2 y 3) corresponden a charcas o pequeñas balsas de agua de 5 a 10 m² originadas por el afloramiento de agua en el interior de parcelas con cultivo de arroz. Poseen una composición florística típica, algunas de ellas poco o no reportadas para la flora del humedal. Son características: *Albidella nymphaefolia*, *Cyperus compactus*, *Sagittaria lancifolia* y *Eleocharis elegans* (Cuadro 4). El cortejo florístico está compuesto por algunas especies arvenses del cultivo del propio arroz (*Pennisetum purpureum*, *Ambrosia peruviana*, *Echinochloa crus-galli*, y otros) o procedentes de las formaciones acuáticas contiguas (*Eichornia azurea*, *Pistia stratioides*, *Sagittaria* sp., y *Neptunia acuática*) entre otras.

El bosque seco y su orla inferior sometida a la inundación periódica (VBSI)

Los restos de bosque seco que de forma fragmentada aparecen en el entorno inmediato del humedal presentan un estrato arbóreo mixto, más o menos aclarado, de especies caducifolias y xerófitas perennifolias como *Cochlospermum vitifolium*, *Machaerium millei*, *Guazuma ulmifolia*, *Prosopis juliflora* como frecuentes (Cuadro 5: asociación 5A). El estrato arbustivo es pobre en cobertura, con relativa frecuencia de las especies *Lantana sprucei* y *Alseis eggertii* y una presencia generalizada de especies escandentes o lianoides como *Passiflora* sp. *Luffa operculata*, *Ipomoea* sp., entre otras. Los inventarios incluyen frecuentemente especies arvenses y ruderales incorporadas por la actividad ganadera o agrícola inmediata.

En determinados sectores (San Juan de Abajo, El Recuerdo, Las Garzas) y por causas diversas (topografía, tipo de explotación, y otros), el bosque seco entra en contacto con las orillas del humedal presentando una franja perimetral al mismo con un cortejo florístico singular. Las especies que colonizan, de manera destacada, este biotopo son especies de escasa presencia en el bosque típico, adaptándose a una

Cuadro 1. Vegetación acuática flotante y sumergida de los esteros y aguas fluviales lénticas. VAG

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
N° de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
N° Registro Inv.	32	34	35	36	40	43	48	49	53	54	17	3	15	27	50	51	52	18	19	28	29	31	2	38	39	44	55	1	
Superficie m ²	100	100	50	50	100	50	100	50	100	100	100	100	40	20	100	100	50	100	100	200	200	100	20	400	100	100	100	50	
Cobertura total %	90	100	95	95	50	100	90	90	30	95	80	100	90	10	50	90	20	80	90	100	90	100	70	95	80	80	70	90	
Características																													
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	-	1	2	-	3	-	-	3	4	-	4	2	3	1	2	1	-	3	-	1	1	1	-	+	1	-	4	2	
<i>Eichhornia crassipes</i>	-	5	4	-	2	5	3	-	-	+	4	1	-	-	3	-	2	1	1	1	1	2	-	-	-	1	2	3	
<i>Pistia stratiotes</i>	-	+	1	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	1	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2	
<i>Salvinia hispida</i>	-	1	+	-	1	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2	-	1	-	-	1	1	+	-		
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	-	-	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	+	-	1	+	1	-	-		
<i>Ipomoea aquatica</i>	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	+	-		
<i>Ipomoea tiliacea</i>	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-		
<i>Neptunia oleraceae</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-		
<i>Nymphaea alba</i>	-	2	2	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	1	-	1	2	-	-	+	-	-	-	-	-	1		
<i>Sagittaria lancifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	1	1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Panicum maximum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	5	5	4	-	-	-	-	-		
Acompañantes																													
<i>Azolla caroliniana</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+		
<i>Eichhornia azurea</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	2	-	-		
<i>Begonia cucullata</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-		
<i>Ipomoea carnea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-		
<i>Polygonum aquaticum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-		
<i>Sphenoclea ceylanica</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	+		
<i>Cyperus compactus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-		
<i>Paspalum repens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	1		
Cuadro 1. (continuación)																													
<i>Oenothera villosa</i>	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		
<i>Urena lobata</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-		
<i>Ambrosia peruviana</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-		
<i>Croton hirtus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Tridax procumbens</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		

En 1: *Eclipta prostrata* 1, *Ludwigia decurrens* 1; en 2: *Cabomba aquatica* +; en 10: *Mimosa pigra* 1; en 11: *Ischaemum rugosum* 1; en 12: *Paspalum distichum* 1; en 15: *Lemna minor* 1; en 19: *Lonchocarpus atropurpureus* 1, *Machaerium millei* 1; en 20: *Paspalum vaginatum* 1; en 23: *Lantana sprucei* +; en 26: *Cyperus papirus* 2; en 27: *Cyperus difusus* 1, *Cuscuta* sp. +. **Localidad:** 1, Campo Alegre; 2, 3 y 4 El Recuerdo; 5 y 6, Jauneche Las Garzas; 7, 8 y 9, Las Garzas Sec. Plise; 10 y 11, Cecilia- Las Garzas; 12, y 13, Abras Mantequilla. El Recuerdo; 14 y 15, Abras. San Juan de Abajo; 16, 17 y 18, Las Garzas-Cecilia; 19 y 20, Abras Mantequilla. El Recuerdo; 21 y 22, San Juan de Abajo; 23, Abras Campo Alegre; 24, Abras El Recuerdo; 25, Jauneche Las Garzas; 26, Las Garzas. Sec. Plise; 27, Cecilia- Las Garzas; 28, Abras El Recuerdo. **Fecha:** 1, 30/10/2014; 2, 3, y 4, 16/01/2015; 5, 23/1/2015; 6, 14/2/2015; 7 y 8, 21/02/15; 9 y 10, 24/02/15; 11, 3/10/2014; 12, 17/09/2014; 13, 25/09/14; 14, 23/10/14; 15, 16 y 17, 24/02/15; 18 y 19, 03/10/2014; 20 y 21, 23/10/2014; 22, 30/10/2014; 23, 17/09/14; 24 y 25, 23/01/2015; 26, 14/2/2015; 27, 24/02/15; 28, 17/09/2014.

Cuadro 2. Valores significativos de los parámetros físico- químicos analizados. Oxígeno disuelto (DO) y sólidos totales disueltos (Tsd) en aguas del humedal, verano 2014-2015. Referencia a datos de 2009 (Arias et al., 2010)

Loc./época	OD ppm				Tsd mg L ⁻¹		
	n	media	(*)	Err. Est..	media	(*)	Err. Est.
Datos 2009	12	6.19	a	0.81	105.00	b	9.49
Recuerdo 14 ⁽¹⁾	7	5.50	ab	0.60	141.14	a	1.01
Recuerdo, Garzas y C. Alegre 15 ⁽²⁾	14	3.93	b	0.89	73.29	b	7.52
Cecilia, Pilse 15 ⁽³⁾	10	0.29	c	0.08	65.60	c	0.50

(*) Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas (p<0.05)

(1) Correspondientes a los inventarios 12, 13, 19, 20, 28 (Cuadro 1)

(2) Correspondientes a los inventarios 2, 3, 4, 5, 15, 16, 17, 23, 24, 25 (Cuadro 1)

(3) Correspondientes a los inventarios 7, 8, 9, 10, 26, 27 (Cuadro 1)

Cuadro 3. Vegetación de praderas flotantes (hidrogeófitos) (VAPF)

Nº de orden	1	2	3	4
Nº Registro Inv.	57	58	59	60
Superficie m ²	100	100	200	100
Cobertura total %	100	100	100	100

Características

<i>Paspalum repens</i>	1	2	1	2
<i>Panicum mertensii</i>	5	+	4	5

Acompañantes

<i>Azolla caroliniana</i>	-	-	1	+
<i>Begonia cucullata</i>	-	-	1	1
<i>Eichhornia crassipes</i>	-	-	1	1
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	-	-	+	1
<i>Ipomoea aquatica</i>	-	-	1	1
<i>Ipomoea carnea</i>	1	-	-	+
<i>Neptunia oleraceae</i>	-	-	1	1
<i>Pistia stratiotes</i>	-	-	1	+
<i>Polygonum aquaticum</i>	1	+	-	-
<i>Typha dominguensis</i>	1	-	1	-

En 1, *Ludwigia helminthorrhiza* +, *Machaerium isadelphum* 1; en 2, *Mimosa pigra* 1, *Panicum maximum* 2; en 3, *Lemna minor* +; en 4, *Salvinia hispida* +.

Localidad: 1 y 2, Abras Las Garzas-Cecilia; 3, Abras Las Garzas-Pilse; 4 Abras Las Garzas. **Fecha:** 1 a 4, 24/02/2015

Cuadro 4. Vegetación acuática y palustre primaria. VAPP

N° de orden	1	2	3	4
N° Registro Inv.	4	8	9	22
Superficie m ²	2	8	20	10
Cobertura total %	100	100	90	90
Características				
<i>Albidella nymphaeifolia</i>	1	+	1	3
<i>Cyperus compactus</i>	1	1	1	-
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	-	+	1	-
<i>Eichhornia azurea</i>	-	-	-	1
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	-	-	-	2
<i>Sagittaria lancifolia</i>	2	-	-	-
<i>Eleocharis elegans</i>	1	-	+	1
Especies acuáticas invasoras, propias de medios eutrofizados				
<i>Neptunia oleraceae</i>	1	+	-	1
<i>Salvinia hispida</i>	1	1	-	1
<i>Eichhornia crassipes</i>	-	4	2	-
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	-	2	1	-
Especies arvenses de cultivos en arroz y maíz				
<i>Oenothera villosa</i>	-	+	-	+
<i>Pennisetum purpureum</i>	2	-	1	-
<i>Ambrosia peruviana</i>	2	-	-	-
<i>Cyperus aggregatus</i>	-	-	-	1
<i>Echinochloa crus-galli</i>	1	-	-	-
<i>Eclipta postrata</i>	1	-	-	-
<i>Ipomoea tiliacea</i>	1	-	-	-
<i>Matricaria chamomilla</i>	-	-	-	+
Higrófitas de amplio espectro ecológico				
<i>Mimosa pigra</i>	-	-	1	-
<i>Paspalum repens</i>	1	-	-	-
<i>Paspalum distichum</i>	-	-	1	-
<i>Pistia stratiotes</i>	-	-	1	-
<i>Solanum flavescens</i>	-	-	+	-
<i>Sphenoclea ceylanica</i>	3	-	-	-
<i>Tecoma bernoullii</i>	-	-	-	1
<i>Tridax procumbens</i>	1	-	-	-

Localidad: 1, 2 y 3, Abrás El Recuerdo; 4, Abrás San Juan de Abajo. **Fecha:** 1, 17/09/14; 2 y 3, 25/09/14; 4, 3/10/2014. Medio- Inv. 1: acuífero junto a maíz; Invs. 2 y 3, acuíferos en cultivo arroz; Inv. 4, acuífero junto a camino estero época seca.

Cuadro. 5. Tablas fitosociológicas del Bosque Tropical Seco inferior en el humedal de Abras: VBS, restos de formaciones en laderas y cumbres. VBSI, franja de bosque periférica a los esteros y ríos sometida a régimen de inundación

	B. seco (VBS)												B. seco inundable (VBSI)					
Nº orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Nº registro	6	7	8	11	12	13	14	21	48	42	26	25	17	22	38	43	46	47
Superficie m ²	400	400	400	100	100	100	100	400	100	200	200	400	100	400	200	200	100	200
Orientación	-	E	E	E	NE	NE	N	NE	-	W	NW	NW	NE	N	-	W	-	-
Pendiente %	-	10	5	5	5	5	10	2	-	15	5	5	10	10	-	15	-	-
Cobertura total %	100	80	90	100	100	80	100	80	80	80	95	90	100	50	90	90	100	95
Especies comunes																		
<i>Mimosa pigra</i>	-	-	1	-	1	2	5	-	2	1	1	1	1	-	2	1	2	2
<i>Passiflora vitifolia</i>	-	-	-	2	1	2	-	-	-	1	-	-	1	-	-	+	-	-
<i>Guadua angustifolia</i>	1	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	1	+	-	-	-	-
<i>Gustavia pubescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-
<i>Inga semialata</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	3	1	-	-
<i>Lonchocarpus atropurpureus</i>	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	-	1	-	-	-	-
<i>Paspalum repens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-
Características BS																		
<i>Machaerium millei</i>	-	1	2	5	5	2	2	1	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum limoncello</i>	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cecropia sciadophylla</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
<i>Alseis eggersii</i>	-	-	1	-	+	1	4	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	4	-	-	-	-	-	-	2	-	5	-	-	-	-	1	-	-
Características BSI																		
<i>Xylosma benthamii</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	+	1	3	4	3	1	1	3	1	
<i>Haematoxylum campechianum</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1	1	1	-	2	5
<i>Cissus erosa</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	1	+	-	-
<i>Genipa americana</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	2	1
<i>Turnera hindsiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	-	2	1	-
Compañeras																		
<i>Colicodendron scabridum</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	+	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Lantana sprucei</i>	-	-	-	2	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Panicum maximum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	+	-	-	-	-
<i>Inga jaunechensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achyranthes aspera</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Ambrosia peruviana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-
<i>Arctium lappa</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Baccharis genistelloides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>Bambus arundo</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
<i>Ginerium sagittatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Crescentia cujete</i>	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia pustulescens</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Ipomoea aquatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Matricaria chamomilla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
<i>Mentha spicata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-
<i>Merremia umbellata</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Piper tuberculatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Prosopis juliflora</i>	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salvia coccinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<p>En VBS en 1, <i>Crateva tapia</i> 2, <i>ingia calabura</i> 1, <i>Triplaris commingiana</i> +; en 2: <i>Lemna minor</i> 1, <i>Spondias mombin</i> 3; en 8: <i>Psidium guajava</i> +, <i>Sapindus saponaria</i> +, <i>Coffea arabica</i>. 3, <i>Heliconia bihai</i> 1, <i>Petiveria alliacea</i> 1, <i>Pseudobombax millei</i> 1; en 9: <i>Brachiaria fasciculata</i> 1; en 12: <i>Erythrina velutina</i> 1, <i>Flaveria bidentis</i> 1, <i>Hyparrhenia rufa</i> 3, <i>Quararibea cordata</i> 2.</p> <p>Localidad: 1, 8 y 10: Abras El Recuerdo; 2 a 7, 11 y 13: San Juan de Abajo; 9: Pise (Las Garzas). Fecha: 1, 17/09/2014; 2 a 7, 25/09/2014; 8, 03/10/2014; 9, 21/02/2015; 10, 23/1/2015; 11 y 12, 23/10/ 2014.</p>																		
<p>En VBSI en 1, <i>Ischaemum rugosum</i> 1, <i>Luffa operculata</i> 1; en 2: <i>Digitaria sanguinalis</i> +, <i>Echinochloa colona</i> +, <i>Eclipta postrata</i> +; en 3: <i>Ludwigia decurrens</i> 1, <i>Paspalum vaginatum</i> 1, <i>Pavonia burchellii</i> 1, <i>Hyptis capitata</i> 3; <i>Baccharis latifolia</i> +. Localidad: 1 a 4, El Recuerdo; 5, 6: Pise Las Garzas. Fecha: 1, 2: 03/10/2014; 3: 16/01/2015; 4: 23/10/2015; 5: 14/02/2015; 6: 21/02/2015.</p>																		

inundación parcial o total, según su tamaño, y de acuerdo al ritmo periódico y estacional de las lluvias. Son especies características: *Xylosma benthamii*, con inundación total durante la época invernal, *Hematoxylum campechanum*, *Genipa americana*. Entre los nanofanerófitos *Turnera hindsiana*, y *Cissus erosa* (Cuadro 5; asociación 5B).

A diferencia de otros humedales este hecho constituye, desde el punto de vista geobotánico, la característica singular del humedal de Abrás. El proceso natural de colmatación de cualquier cubeta se inicia siempre, y en sentido centripeto, de la orla externa de vegetación. Esta, por lo general, y sobre todo en humedales litorales (Boira, 2013) y alpinos de pendientes suaves (Azzella *et al.*, 2014), parte de una vegetación helofítica arraigada formada por carrizos (*Phragmites* sp.), juncos y totoras (*Typha* sp., *Schoenoplectum* sp.) que invade progresivamente e inicia así la serie de vegetación edafohigrófila conducente al bosque de ribera.

En el caso de Abrás, parte del bosque ha conseguido su presencia de forma prematura mediante la adaptación

de algunos de sus miembros a las condiciones anfibias impuestas por el medio.

Biodiversidad

Los datos obtenidos para la biodiversidad florística de las distintas comunidades estudiadas refleja la baja calidad debido a la escasa presencia de especies prístinas de las formaciones acuáticas en general (Cuadro 6).

Los índices más elevados de los valores de biodiversidad (Ib) corresponden a la franja externa de esteros y canales con aguas lénticas (VBSI). Este valor (Ib= 2.22) se ha de considerar como biodiversidad real pero no natural; el cálculo incluye tanto inventarios con plantas propias del BSI, como de la flora arvense de cultivos de arroz y maíz que ocupan la misma posición topográfica durante la época de verano. En condiciones naturales, la ausencia de elementos arvenses provocaría un notable descenso del Ib. Los valores más elevados del Índice de homogeneidad (Ih) se registran en las muestras relicticas de vegetación acuática y palustre (Cuadro 6).

Cuadro 6. Valores medios (Err. Est.) de los Índices de Biodiversidad florística (Ib) y homogeneidad (Ih) (Shannon-Weaver) de las cinco comunidades vegetales del Humedal AdM. VAPP, acuática palustre primaria; VAG, acuática general; VAPF, de praderas flotantes; VBSI, bosque seco inundable; VBS, bosque seco

Comunidades vegetales	Índices de Biodiversidad florística (Ib)			Índices de homogeneidad (Ih)	
	N	media	Err. Est.	media	Err. Est.
VAPP	4	1.98	0.56	0.94	0.05
VGA	28	1.41	0.49	0.85	0.1
VAPF	4	1.69	0.41	0.83	0.04
VBSI	6	2.22	0.36	0.92	0.04
VBS	12	1.36	0.47	0.86	0.13

Anexo 1. Catálogo florístico

Alismataceae

- Albidella nymphaeifolia* (Griseb.) Pichon (cucharero)
- Sagittaria lancifolia* L.
- Sagittaria sagittifolia* L.

Amaranthaceae

- Achyranthes aspera* L. (picha de gato, cadillo)

Anacardiaceae

- Spondias mombin* L. (hobo, jobo)

Araceae

- Pistia stratiotes* L. (lechuga de agua)

Araliaceae

- Hydrocotyle ranunculoides* L.

Areceaceae

- Bactris gasipaes* Kunth (chontilla)

Asteraceae

- Tridax procumbens* (L.) L. (hierba de sapo)
- Arctium lappa* L. (morito)
- Ambrosia peruviana* Willd. (altamisa)
- Baccharis genistelloides* (Lam.) Pers.
- Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. (chilca)
- Eclipta prostrata* (L.) L.
- Matricaria chamomilla* L. (hierba de ají)
- Tridax procumbens* (L.) L.
- Arctium lappa* L.
- Ambrosia peruviana* Willd.
- Baccharis genistelloides* (Lam.) Pers.
- Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.
- Eclipta prostrata* (L.) L.
- Matricaria chamomilla* L.

- Begoniaceae
Begonia cucullata Willd.
Crescentia cujete L. (bototo, mate)
- Bignoniaceae
Roseodendron donnell-smithii (Rose) Miranda.
 (guayacán blanco)
- Bombacaceae
Quararibea cordata (Bonp.) Vischer
- Bixaceae
Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng. (bototillo)
- Cabombaceae
Cabomba aquatica Aubl.
- Capparaceae
Crateva tapia L. (jagua de lagarto)
Colicodendron scabridum (Kunth) Seem. (nispero, zapote de perro)
- Convolvulaceae
Ipomoea aquatica Forssk.
Ipomoea carnea Jacq.
Ipomoea tiliacea (Willd.) Choisy (betilla)
Merremia umbellata (L.) Hallier
- Cucurbitaceae
Luffa operculata (L.) Cogn. (estropajo)
- Cuscutaceae
Cuscuta sp.
- Cyperaceae
Cyperus aggregatus (Willd.) Endl. (paja de burro)
Cyperus compactus Retz.
Cyperus diffusus Vahl
Cyperus papyrus L. (papiro)
Eleocharis elegans (Kunth) Roem & Schult (Velita)
- Euphorbiaceae
Croton hirtus L' Her
- Flacourtiaceae
Muntingia calabura L. (niguito)
- Heliconiaceae
Heliconia bihai L. (platanillo)
- Lamiaceae
Hyptis capitata Jacqs.
Mentha spicata L. (mastrante)
Salvia coccinea Buchoz ex Etl.
Tectona grandis L. (teca)
- Lecythidiaceae
Gustavia pubescens Ruiz & Pav. ex O.Berg. (membrillo)
- Leguminosae
Erythrina velutina Willd.
Haematoxylum campechianum L. (tinto)
Inga semialata (Vell.) C.Mart. (guabo de río)
Lonchocarpus atropurpureus Benth.
Machaerium isadelphum (E. Mey.) Stande
Machaerium millei Standl. (palo de hacha)
Mimosa pigra L. (uña de gato)
Neptunia oleraceae Lour. (mimosa de agua)
Prosopis juliflora (Sw.) DC. (algarrobo)
- Lemnaceae
Lemna minor L.
- Malvaceae
Urena lobata L. (cadillo)
Guazuma ulmifolia Lam. (guazimo, guasmo)
Malachra alceifolia Jacq.
Pavonia burchellii (DC) R.A.Dier. (malva)
Pseudobombax millei (Standl.) A. Robyns, (beldaco)
- Mimosaceae
Inga jaunechensis A.H.Gentry. (guabo de mico)
- Myrtaceae
Psidium guajava L., (guayabo de puerco)
Eugenia pustulescens McVaugh
- Nymphaeaceae
Nymphaea glandulifera Rodschied.
- Onagraceae
Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) H.Hara
Oenothera villosa Thunb.
Ludwigia decurrens Walter. (clavo)
- Passifloraceae
Passiflora vitifolia Kunth, (maracuyá)
- Phyllanthaceae
Phyllanthus juglandifolius Willd, (culo pesado)
- Phytolaccaceae
Petiveria alliacea L., (zorrilla)
- Piperaceae
Piper marginatum J. (cordoncillo)
- Poaceae
Bambus arundo C.C. Gmel. (Arundo donax)
Brachiaria fasciculata (Sw.) Parodi (gramalote)
Ginerium sagittatum (Aubl.) P. Beauv.
Digitaria sanguinalis (L.) Scop. (paja de burro)
Echinochloa colona (L.) Link
Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.
Flaveria bidentis (L.) Kuntze
Guadua angustifolia Kunth (guadua)
Hyparrhenia rufa (Nees) Stapf
Ischaemum rugosum Salisb. (mazorquilla de agua)
Panicum maximum Jacq. (sequeje)
Panicum mertensii Rooth
Paspalum distichum L. (gramalote)
Paspalum repens P.J.Bergius
Paspalum vaginatum Sw. (pasto)
Pennisetum purpureum Schumach. (pasto elefante)
Typha domingensis Pers. (totora, anea)
- Polygonaceae
Polygonum aquaticum A.Gray ex Meisn
Triplaris commingiana Fish. & C.A. Mey.
 (fernansánchez)
- Pontederiaceae
Eichhornia azurea (Sw.) Kunth (lirio de agua)
Eichhornia crassipes (Mart.) Solms (lechuguin)
- Rubiaceae
Alseis eggertii Standl. (palo de vaca)

Coffea arabica L. (café)
Genipa americana L. (jagua)
Zanthoxylum limoncello Planch. & Oerst. ex Triana & Planch (limoncillo)

Salicaceae
Xylosma benthamii (Tul.) Triana & Planch. (rompejato)

Salviniaceae
Azolla caroliniana Willd.
Salvinia hispida Kunth

Sapindaceae
Cupania cinerea Poepp. (come pava)
Sapindus saponaria L. (jaboncillo)

Solanaceae
Solanum flavescens Dunal

Sphenocleaceae
Sphenoclea ceylanica Gaertn.

Turneraceae
Turnera hindsiana Beth. (palo de murciélago)

Urticaceae
Cecropia sciadophylla Mart. (guarumo)

Verbenaceae
Lantana sprucei Hayek (mastrante)

Vitaceae
Cissus erosa Rich (barba de iguana)

Agradecimiento

El presente trabajo fue patrocinado por el Proyecto Prometeo de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de la República del Ecuador.

Bibliografía

- Aguirre, Z., Linares-Palomino, R. y Kvist, L. 2006. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnoldo* 13 (2): 324 – 350.
- Alvarez, M. and Mynett, A. 2010. Hydroinformatics and Knowledge Management Department. Abrás de Mantequilla (IHE, Deltares) Delft. 7^a International Conference on Ecological Informatics. Ghent (Bélgica)
- Arias, M.; Villa, G. and Alvarez, G. 2010. WET Ecoservices evaluation in the AdM wetland. In R. Johnston, J. Cools, S. Liersch, S. Morardet, C. Murgue, *et al.*. WETwin: a structured approach to evaluating wetland management options in data-poor contexts. *Environmental Science & Policy*, 2013, 34, p. 3 - p. 7. 1.
- Azzella, M., Rosati, L., Iberite, M., Bolpagni, R. and Blasi, C. 2014. Changes in aquatic plants in the Italian volcanic-lake system detected using current data and historical records. *Aquatic Botany* 112, pp. 41-47.
- Balls, H., Moss, B. and Irvine, K. 1985. The effects of high nutrient loading on interactions between aquatic plants and phytoplankton. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 1912-2915.
- Boira, H. 2013. La vegetación de los humedales litorales valencianos. Edc. Universitat Politecnica de Valencia. ISBN, 978-84-8363-895-8.
- Bourliere, F. 1983. *Ecosystems of the World 13. Tropical Savannas*. Amsterdam: Elsevier.
- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales* [ed. 3]. H. Blume Ediciones, Barcelona.
- Brown, G. 2008. Systematics of the tribe Ingeae (*Leguminosae, mimosoideae*) over the past 25 years. *Muelleria* 26(1): 27-42.
- Cariguan, R. and Kalf, J. 1980. Phosphorus sources for aquatic weeds: water or sediment. *Science* 207: 987-989.
- Child, M., Milron, S., Dean, R., Lipsey, M., Puttick, J., Hempson, T., Mann, G., Babiker, H., Chaudrey, J., Humphrey, G., Joseph, G., Okes, N., Potts, R. and Wistebaar, T. 2010. Tree-grass coexistence in a flood-disturbed, semi-arid savanna system. *Landscape Ecology* 25: 315-326.
- Dodson, C., Gentry, A. y Valverde, F. 2005. *Flora de Jauneche, Los Ríos, Ecuador*. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38: 201- 349.
- Engel, S. 1988. The role and interactions of submersed macrophytes in a shallow Wisconsin lake. *J. Freshwater Ecol.* 4: 329-341.
- Franco, AC. 2002. *Ecophysiology of Woody Plants*. In Oliveira P.S. & Marquis R. J. (Eds.), *The Cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York, pp. 1178-1197.
- Furley, P. 1999. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian Cerrados. *Global Ecology and Biogeography* 8: 223-241.
- Furley, PA. 1996. The influence of slope on the nature and distribution of soils and plant communities in the central Brazilian Cerrado. In: Anderson, M.G., Brooks, S. (Eds.), *Advances in Hill slope processes*. Wiley, London, pp. 327- 346.
- Gottsberger, G. and Silberbauer-Gotsberger, I. 2006. *Life in the Cerrado: A South America Tropical Seasonal Ecosystem. V. I. Origin, Structure, Dynamics and Plant Use*. Reta Verlag, Ulm.
- Haridasan, M. 2008. Nutritional adaptations of native plants of the Cerrado biome in acid soils. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 20, 183-195.
- Harling, G. and Persson, C. 1973. *Flora de Ecuador*. Department of Plant and Environmental Sciences, Göteborg University. Suecia.
- Harling, G. and Persson, C. 2005. *Flora de Ecuador*.

- Department of Plant and Environmental Sciences, Göteborg University. Suecia
- Hill, M. 1979. TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of individuals and attributes. Cornell University Ithaca, NY.
- Jones, R. 1990. The Effect of Submersed Aquatic Vegetation on Phytoplankton and Water Quality in the Tidal Freshwater Potomac River. *Journal of Freshwater Ecology*, 5(3): 279-288).
- Kovacs Computer. 2012. MVSP (Multi-Variate Statistical Package) v.3.21.
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador). 2012. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Pg. 143. Quito-Ecuador
- Moreno-Casasola, P., Cejudo-Espinosa, E., Capistrán-Barradas, A., Infante-Mata, D., López-Rosas, H., Castillo-Campos, G., Pale-Paley, J. y Campos-Cascaredo, A. 2010. Composición florística, diversidad y ecología de humedales herbáceos emergentes en la planicie costera central de Veracruz, México. *Bol. Soc. Bot. Méx* 87: 29-50.
- Nõges, P., Nõges, T., Tuvikene, L., Smal, H., Ligeza, S., Kornijów, R., Peczuła, W., Bécares, E., García-Criado, F., Álvarez-Carrera, C., Jensen, J., Gross, E., Lars-Anders, H., Gyllström, M., Nykänen, M., de Eyto, E., Irvine K., Stephen, D., Collings, S. and Moss, B. 2003. Factors controlling hydrochemical and trophic state variables in 86 shallow lakes in Europe. *Hydrobiologia* 506-509 (1-3): 51-58.
- Pétémagnan, J-M., Coulibaly, L., Tiho, S., Ouattara, A., Gourène A. and Gourène, G. 2011. *Panicum maximum* (Jacq.) density effect upon macrofauna structure in sediments of pilot-scale vertical flow constructed wetlands treating domestic wastewater. *Ecological Engineering*, 37(2): 217-223.
- Rivas, S. 2008. Worldwide Bioclimatic Classification System. Phytosociological Research Center, Spain.
- Romo, S. and Miracle, R. 1994. Long-term phytoplankton changes in a shallow hypertrophic lake, Albufera of Valencia (Spain). *Hydrobiologia*; 275-276(1): 153-164.
- Rorslett, B., Berge, D. and Johansen, SW. 1986. Lake enrichment by submersed macrophytes: a Norwegian whole-lake experience with *Elodea canadensis*. *Aquatic Botany* 26: 325-340.
- Rossatto, DR., Silva, Lucas de Carvalho, Villalobos-Vega, R., da Silveira, Lobo Sternberg and Francod, A. 2012. Depth of water uptake in woody plants relates to groundwater level and vegetation structure along a topographic gradient in a neotropical savanna. *Environmental and Experimental Botany* 77: 259-266
- Ruggiero, PGC., Pivello, VR., Sparovek, G., Teramoto, E. and Pires Neto, AG. 2006. Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual de Vassununga, SP): como se expressa em mapeamentos. *Acta Botanica Brasílica* 20, 383-394.
- Shannon C. and Weaver, W. 1971. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Cited in Magurran, AE., 2004, Measuring biological diversity, Blackwell Publishing: Oxford, UK.
- Soriano, AM. 2010. Flora de Veracruz (México) POACEAE IV: PANICEAE, *Panicum* L. 152, 1- 91. Instituto de Ecología A. C.
- Timms, RM. and Moss, B. 1984. Prevention of growth of potentially dense phytoplankton populations by zooplankton grazing, in the presence of zooplanktivorous, in a shallow wetland ecosystem. *Limnol. Oceanogr.* 29: 472-486.