

## Cambios en la composición de plantas asociadas a humedales como consecuencia de la intervención antrópica

### Changes in the plant composition associated to wetlands as a consequence of anthropogenic intervention

G. Colonnello<sup>1</sup>, Á. Fernández<sup>2</sup>, S. Zambrano-Martínez<sup>3</sup> y R. Gonto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Museo de Historia Natural La Salle. FLSCN. Caracas. <sup>2</sup>Herbario IVIC. Centro de Biofísica y Bioquímica. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas. <sup>3</sup>Laboratorio de Biología de Organismos, Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas.

### Resumen

Las actividades humanas han propiciado a través de la utilización de los recursos, la reducción de la biodiversidad. Pocos casos documentan incrementos de diversidad. En las últimas décadas, el sector Grano de Oro, en el tramo terminal del río Palmar fue transformado, desforestando el bosque tropófilo para la cría de ganado, convirtiéndolo en terrenos no cultivados y pastizales estacionales. Posteriormente las tierras se modularon e inundaron con miras a mejorar la disponibilidad de pastos frescos en ellas. Sin embargo, las parcelas se vieron invadidas por plantas acuáticas compitiendo con las gramíneas sembradas atrayendo otras especies como aves, por lo que la diversidad de especies acuáticas comenzó a incrementarse. Con el objeto de documentar este proceso de cambio, se realizó un estudio espacio-temporal del uso de tierra entre 1986 y 2004 y a la vez se estudió la composición específica de las comunidades de plantas acuáticas en los años 2004 y 2008, a través del análisis de cobertura de nueve parcelas (10 subparcelas de 1 m<sup>2</sup> cada una). Los resultados mostraron reducciones importantes en la cobertura de la vegetación boscosa que fue suplantada por arbustales y suelos desnudos. La riqueza específica se mantuvo similar (cerca de 45 especies) en ambos muestreos, cambiando solamente la composición de especies. Actualmente, los módulos están siendo nivelados y se está implementando el riego por aspersión por lo que se predice que la diversidad de organismos acuáticos vuelva a disminuir.

**Palabras clave:** cambio del uso de la tierra, áreas inundables, humedal artificial, biodiversidad, macrofitas acuáticas.



Recibido el 4-4-2013 • Aceptado el 20-5-2014

Autor de correspondencia e-mail: giuseppe.colonnello1@fundacionlasalle.org.ve

## Abstract

Human activities have had a negative impact on terrestrial ecosystems, reducing biodiversity. There are few documented cases of diversity increases. In recent decades, the sector Grano de Oro in the terminal stretch of the Palmar River was altered by deforestation of the deciduous forests for cattle ranching, transforming it into uncultivated land and seasonal pastures. Subsequently, the land was poldered and flooded to improve the availability of fresh grass. However, the plots were invaded by aquatic plants competing with planted grasses and attracting many other species such as waterfowl, so the diversity of aquatic species began to increase. In order to document this process of change, a spatio-temporal study of the land use between the years 1986 and 2004 was undertaken, using remote sensors of the area. Additionally, a study of the aquatic plant communities between 2004 and 2008 was performed, through nine samples (of 10 sub-samples of 1 m<sup>2</sup> each). The results show significant reductions in the forest vegetation cover, which was replaced by shrubs and bare soil. The numbers of aquatic plants was similar (about 45 species) in both samples, changing only the composition of species. Currently, to prevent colonization of invasive species, modules are being leveled and a drip system is being implemented so that the diversity of aquatic organisms is expected to fall again.

**Key words:** land change use, wetlands, artificial wetland, biodiversity, aquatic macrophytes.

## Introducción

La diversidad biológica es un tema de gran interés científico, social y económico a nivel mundial. Actualmente es, además, motivo de creciente preocupación por la marcada y acelerada reducción de los diversos ecosistemas naturales que conlleva a la pérdida de esta biodiversidad por el proceso de extinción de las especies (flora y fauna). La Unión Mundial para la Naturaleza, determinó que la fragmentación y degradación de los hábitats han afectado al 91% de las plantas amenazadas, así como también al 89% de todas las aves y al 83% de los mamíferos (UICN, 2000).

La reducción de la biodiversidad es una consecuencia directa del desa-

## Introduction

The biological diversity is a topic with scientific, social and economic interest worldwide. Additionally, it is a subject of growing concern because of the marked and accelerated reduction of different natural ecosystem that causes the loss of the biodiversity by the extinction process of the species (flora and fauna). The Worldwide Association of the Environment determined that the fragmentation and degradation of the habitats have affected 91% of the threatened plants, as well as 89% of waterfowl and 83% of mammals (UICN, 2000).

The biodiversity reduction is a direct consequence of the human

rrollo humano. La intervención antrópica incontrolada sobre ambientes naturales ha sido ampliamente documentada y es una observación común, no solo como un factor causal de la pérdida de diversidad biológica sino además por el deterioro de la calidad del paisaje. Igualmente la desaparición, bien sea temporal o definitiva, de especies en una región ha incidido en el empobrecimiento de los habitantes locales que tradicionalmente hacían uso de ellos, bien mediante la recolección de materiales vegetales, frutos y fibras, así como con la cacería de especies para su consumo. Por el contrario son pocos los ejemplos del efecto opuesto, es decir un incremento de biodiversidad por causa de una intervención antrópica.

Venezuela ha sido considerada uno de los 10 países con mayor diversidad biológica (Mittermeier *et al.*, 2004). En el país, existen regiones que se han visto muy afectadas por las actividades humanas, entre ellas se encuentra la cuenca del Lago de Maracaibo, la cual ha sufrido una profunda transformación en los últimos 70 años, en particular por la intensa extracción del petróleo y el acelerado desarrollo agropecuario (Romero y Monasterios, 1996; Colonnello y Lasso-Alcalá, 2011). Debido a las actividades anteriormente señaladas la cubierta boscosa fue extensivamente sustituida por una cubierta herbácea para la implementación de monocultivo de pastos con el propósito de alimentar al ganado, u otros rubros como caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), plátano (*Musa sp.*), entre otros (Tachack-García *et al.*, 2010).

La intervención acelerada de la cuenca baja del río Palmar comienza

development. The uncontrolled anthropogenic intervention on the natural environments has been widely documented, and it is a common observation not only as a causal factor of the loss of the biological diversity but also the deterioration of the quality of the landscape. Likewise, the disappearance, either temporal or definite, of the species in a region has influenced on lowering the economic income of locals, who made a traditional use of these by recollecting the vegetables, fruits and the hunting of some species for direct consumption. On the contrary, there are only few examples of the opposite effect, that is, an increment of the biodiversity caused by anthropogenic intervention.

Venezuela has been considered one of the ten countries with the greatest biological diversity (Mittermeier *et al.*, 2004). In the country, there are regions that have been very affected by human activities, as the basin of Maracaibo's Lake, which has been suffering an extreme transformation in the last 70 years, particularly by the intense extraction of oil and the accelerated livestock development (Romero and Monasterios, 1996; Colonnello and Lasso-Alcalá, 2011). Due to the activities mentioned before, the forest cover was extensively substituted by an herbaceous cover for implementing grasses crops, with the aim of feeding the cattle, or other crops such as sugar cane (*Saccharum officinarum*), plaitain (*Musa sp.*), among others (Tachack-García *et al.*, 2010).

The accelerated intervention of the terminal stretch of Palmar River starts in 1946, when the company

en la zona a partir de 1946 cuando la compañía Chevron descubre en esta zona el yacimiento de petróleo gigante de Boscán. Disponible en: <http://www.pdvsa.com/lexico/camposp/cp018.htm>.

Originalmente la cubierta vegetal constaba de un bosque medio a alto, seco a muy seco en las partes altas, mientras que a lo largo y en las márgenes del río Palmar una vegetación de galería (COPLANARH, 1975). Se hizo práctica común por los productores de la zona, deforestar el bosque natural con maquinaria pesada y construir parcelas circunscritas de camellones o diques (melgas) conocidas como “cajones”, que se inundan para plantar pastos introducidos y así mejorar la disponibilidad de alimento fresco para la ganadería.

Esta práctica de “riego por cajones” que se utilizó frecuentemente en la altiplanicie de Maracaibo (COPLANRH, 1975), permitió que el ganado fuera mantenido en corrales donde se le suministraba el pasto previamente cosechado en los cajones. Sin embargo, debido al desnivel de estos cajones (o módulos), se formaban capas de agua de profundidad variable, de hasta 80 cm, por lo que se favorecía la invasión de plantas acuáticas, que compiten con las gramíneas sembradas. Lo anterior representa un interesante caso de manejo del recurso hídrico llevado a cabo para crear condiciones de crecimiento adecuadas que adicionalmente generó condiciones propicias para el establecimiento de especies no solamente de plantas acuáticas sino también de otros grupos como moluscos, anfibios y aves, por lo que la diversidad general se incrementó.

Chevron discovers on this area the giant oil reservoir of Boscán. Available in: <http://www.pdvsa.com/lexico/camposp/cp018.htm>.

Originally, the vegetal cover was a medium to high forest, dry to very dry in the high areas, and a gallery forest along the Palmar River (COPLANARH, 1975). A common practice among the producers of the area was to deforest the natural forest with heavy machinery, to construct plots confined with dikes flooded to introduce grasses to improve the availability of fresh food for cattle.

This poulder irrigation practice frequently used on the plains of Maracaibo (COPLANRH, 1975), allowed cattle to be kept on the stockyards where the grass supplied was previously cropped on the poulders. However, due to the unevenness of these poulders (or modules) layers of water formed with a variable depth, reaching up to 80 cm, which favored the invasion of aquatic plants that competed with the grass sowed. The latter represents an interesting handling case of the water resource, to create adequate growing conditions for the establishment of species, not only for the aquatic plants but also for other mollusks, amphibious and waterfowls, increasing the general diversity. This handling would simulate the creation of artificial wetlands as a mean to restore this type of communities, which have disappeared worldwide by the anthropogenic expansion (Mitsch and Gosselink, 2000).

The restoration theory of wetlands is based on the two main premises, the self-design concept,

Este manejo simularía la creación de humedales artificiales, como medio para restaurar este tipo de comunidades que, a nivel global, han desaparecido por la expansión antrópica (Mitsch y Gosselink, 2000).

La teoría de restauración de humedales se ha basado en dos premisas fundamentales, el concepto del auto-diseño, donde las plantas se establecen según su propia adaptabilidad a las condiciones hidrológicas creadas, y por otra parte, el plantado de ciertas especies que se suponen adecuadas con el fin de acelerar la sucesión natural que en todos los casos se produce a continuación (Middleton, 1999).

En el área de trabajo, una etapa posterior de manejo emprendida recientemente por los ganaderos, ha sido la perfecta nivelación de los terrenos y la implementación del riego por aspersión, con el fin de optimizar la producción de pastos. Con esta actividad se está eliminado completamente el hábitat previamente creado para las plantas acuáticas y fauna asociada, lo que probablemente revertirá la actual diversidad.

El objetivo de este trabajo fue evaluar las variaciones temporales del uso de la tierra y de las comunidades de plantas de los humedales artificiales (cajones) que se encuentran en el sector Grano de Oro del río Palmar (Campo Boscán).

## **Materiales y métodos**

### **Caracterización del área de la cuenca baja del río Palmar**

El área de estudio (figura 1) se localizó en la finca Grano de Oro, sector Campo Boscán situado al suroeste de la ciudad de Maracaibo, la cual per-

where the plants are established according to their own adaptability to the created water conditions; and on the other hand, the planting of some species that are assumed adequate with the aim of accelerating the natural succession that in all cases is produced (Middleton, 1999).

In the work area, a posterior handling phase that has been recently employed by farmers is the perfect leveling of lands and the implementation of drip irrigation system, with the aim of optimizing the production of grass. With this activity, the habitat previously created by aquatic plants and the related fauna are being eliminated, which will probably impact the currently diversity.

The aim of this research was to evaluate the temporal variations of the land use and the plant communities of artificial wetlands found on Grano de Oro area, Palmar River (Campo Boscán).

## **Materials and methods**

### **Characterization of the terminal stretching area of Palmar River**

The area under research (figure 1) located in Grano de Oro farm, Campo Boscán area, in the South-East of Maracaibo, belongs to the area named "Plain of Maracaibo's Lake" (COPLANARH, 1975).

Palmar River starts at 2.000 masl in Lajas Mountains and flows into the Maracaibo's Lake. Two types of landscape arise in this area: one formed by the Valley of the Palmar River, where the alluvial plain and the



**Figura 1. Ubicación relativa de la zona de estudio.**

**Figure 1. Relative location of the area under research.**

tenece a la provincia fisiográfica denominada “Depresión del Lago de Maracaibo” (COPLANARH, 1975).

El río Palmar nace a 2000 msnm en la Serranía de Lajas y desemboca en el Lago de Maracaibo. Dos tipos de paisaje predominan en esta zona: el conformado por el valle del río Palmar, en el que destaca la planicie aluvial y la altiplanicie de Maracaibo representada por medios deposicionales de pie de monte prevaleciendo la forma de glacis coluvial. En la planicie aluvial del río Palmar, en la que se encuentra Campo Boscán, se revelan procesos activos, como son los desbordamientos, con aportes significativos de sedimentos en el área inmediata durante períodos estacionales.

La precipitación promedio anual fue de 580 mm y aumentó progresivamente hacia el suroeste de la zona, alcanzando un promedio de 1070 mm. El patrón de distribución anual de las

Maracaibo’s plateau stand, represented by depositional foothills, with a marked presence of colluvial glacis. In the alluvial plain of the Palmar River, where Campo Boscán is found, active processes such as flooding are revealed, with significant sediment transport in the area during seasonal periods.

The annual average precipitation was of 580 mm and increased progressively in the southeast, reaching an average of 1070 mm. The annual distribution pattern of precipitations in the region is bimodal, with two maxima (October and May) and two minima (January-February and July) (SVMC, 2008); the average annual temperature is 27.7°C, data that include the area under research into a very dry tropical forest life-form.

The vegetation in Campo Boscán is formed by dry forests bordering the alluvial plain of the Palmar River, which avoids floods. These are quite

precipitaciones en la región es de tipo bimodal, con dos máximos (octubre y mayo) y dos mínimos (enero-febrero y julio) (SVMC, 2008); la temperatura promedio anual de 27,7°C, datos que incluyen al área en estudio en la zona de vida bosque muy seco tropical (Ewel *et al.*, 1976).

La vegetación de Campo Boscán está formada por bosques secos ubicados sobre la planicie aluvial de desbordamiento del río Palmar, lo que evita que sean inundados. Son comunidades más o menos continuas y han sido intervenidas por entresaque de madera y quema. Sobre el lecho mayor de inundación del río Palmar se encuentran bosques siempre verdes de galería, muy baja diversidad y con tres estratos de plantas. Igualmente se observan matorrales muy intervenidos de 2 a 6 m de altura, armados e inermes. Finalmente hay extensos herbazales. Los inundados o con lagunas, son ambientes artificiales delimitados por camellones y sembrados con pastos introducidos (Fernández *et al.*, 2007).

### Clasificación de la vegetación

Para clasificar los tipos de vegetación predominantes en el área de estudio se llevó a cabo un recorrido terrestre durante el cual se obtuvo una visión general de la cobertura vegetal en el año 2004. Con esta visión, se realizó la interpretación de las imágenes de satélite de la región. Se usaron las siguientes imágenes<sup>1</sup>:

continuous communities, and have been intervened by wood thinning out and burning. An evergreen forest is established along the Palmar River floodplain, with low density and three plant stratus. Likewise, intervened shrubs communities, 2 to 6 m high, are observed spiny or not spiny. Finally, there are extensive grasslands. Grasslands are artificial landscapes delimited by ridges and sowed with introduced grass (Fernández *et al.*, 2007).

### Classification of the vegetation

To classify the types of vegetation that outstand in the area, a land revision was performed, during which a general idea of the vegetal cover in 2004 was obtained. With this information, satellite regions were interpreted. The following images were used<sup>1</sup>:

The 1986 image corresponds to the base line to start quantifying the changes, to the date of the analysis there was no availability of images free of clouds, and with adequate season. Orthophoto maps were also used at a scale 1:25:000 dated 1996 (elaboration date of the maps) to adjust the obtained classification. An analysis of the main components (PCA) of the six bands from each sensor (1, 2, 3, 4, 5 and 7, band 6 or thermal was excluded) permitted to select bands 3, 4 and 5 (infrared, close infrared and mean infrared respectively), since these are the most relevant for the current

<sup>1</sup> Estado	Satélite	Fecha	Recorrido	Renglón
<sup>1</sup> State	Satellite	Date	Route	Line
Zulia	Landsat Thematic Mapper 5	31-Dic 1986	007	053
	Landsat Enhanced Thematic Mapper 7	3-Mar-2001	007	053

La imagen de 1986, corresponde a la línea base para comenzar a cuantificar los cambios, a la fecha de los análisis no existía disponibilidad de imágenes con poca cobertura de nubes, y adicionalmente con una temporalidad adecuada (meses cercanos). También se utilizaron ortofotomapas a escala 1:25:000 de fecha 1996 (fecha de elaboración de los mismos) para ajustar las clasificaciones realizadas. Mediante un análisis de componentes principales (ACP), de las seis bandas de cada sensor (1,2,3,4,5 y 7, la banda 6 o térmica se excluyó) se pudieron seleccionar las bandas 3, 4 y 5 (infrarrojo, infrarrojo cercano e infrarrojo medio respectivamente), ya que tienen la mayor representatividad para este estudio, con ellas se realizó una reclasificación ISOCLUST, que consistió en un clasificador no supervisado autoorganizado en donde la asignación de píxeles tuvieron ubicación por grupos cercanos, realizando un procedimiento iterativo de máxima verosimilitud (Eastman, 2009). Posteriormente se hizo una corrección manual con los datos obtenidos en el campo, además de combinaciones RGB 542 y 453 para resaltar la vegetación con mayor y menor actividad clorofílica. Finalmente, se generó el mapa de coberturas y un análisis de fragmentación y conectividad para cuantificar el nivel de conexión de hábitat según la percepción de los organismos de dispersión en paisajes binarios o "Patch Cohesion Index", Fragstats 3.3, (McGarigal *et al.*, 2002), calculado a partir de la información contenida en la superficie de cada fragmento y su perímetro.

research, with these a re-classification test ISOCLUST was carried out, which consisted of a non-supervised and self-organized classifier where the assignation of pixels were located by close groups, performing an iterative reliable procedure (Eastman, 2009).

Subsequently, a manual correction of the data was performed with the information obtained in the field, and RGB 542 and 453 combinations to highlight the vegetation with the highest or lowest chlorophyll activity. Finally, the cover map and the fragmentation and connectivity map were generated in order to quantify the connection level of the habitat, according to the perception of dispersion organisms in binary landscapes of Patch Cohesion Index", Fragstats 3.3, (McGarigal *et al.*, 2002), calculated using the information contained in the surface of each fragment and its perimeter.

### **Analysis of the aquatic vegetation**

The vegetation of shrubs in natural areas and throughout the dikes was analyzed in 2004 and 2008 (table 1). In the sample of 2004, nine plots were analyzed, six in intensively handled polders, sowed with grass and watered with the water of the Palmar River; and two with accumulation of rain water; and one correspondent to the abandoned riverbed. In 2008, eight plots were analyzed (in polders) that were watered periodically, and one in the meadow of the Palmar River that was not handled and grassed occasionally. Some plots were located in the same sampling places, but others were not, since the lands which were previously vacant, were leveled and worked.



## **Análisis de la vegetación acuática**

La vegetación de los herbazales en áreas naturales y a lo largo de los diques, se analizó en los años 2004 y 2008 (cuadro 1). En el muestreo del año 2004, se analizaron nueve parcelas, seis en cajones, intensamente manejados, sembrados con pastos y anegados con aguas del río Palmar, dos con acumulación de agua de lluvias y una correspondiente a un cauce abandonado o madre vieja. En el año 2008, se analizaron ocho parcelas (en cajones) y anegadas periódicamente, y una en la vega del río Palmar no manejada y pastoreada ocasionalmente. Algunas de las parcelas fueron en los mismos lugares en ambos muestreos, pero en otras no fue posible, ya que los terrenos antes baldíos fueron trabajados nivelándolos y modulándolos.

En las parcelas muestreadas se establecieron 10 cuadrículas de 1 m<sup>2</sup>, en ellas se estudió la composición de especies y el porcentaje de cobertura, expresado este último en una escala de 1:100. Las plantas no reconocidas, se recolectaron y se identificaron siguiendo la literatura especializada, en particular la clave de identificación de Lemnaceae de Zambrano *et al.* (2007a) y se depositaron en el Herbario IVIC del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

## **Resultados y discusión**

### **La cobertura vegetal en el área del Campo Boscán y los cambios del uso de tierra**

Las principales formaciones vegetales herbáceas y leñosas identificadas fueron: Bosque de galería y vege-

In the sampled plots, 10 grids of 1 m<sup>2</sup> were established, the composition of the species and the cover percentage were studied, and the cover percentage was expressed in a 1:100 scale. The unknown plants were collected and identified following the specialized literature, particularly the identification key of Lemnaceae of Zambrano *et al.* (2007a), and were deposited at the Herbarium IVIC of the Venezuelan Institute of Scientific Research.

## **Results and discussion**

### **The vegetal cover at Campo Boscán and the changes on the land use**

The main vegetal, herbaceous and woody formations were identified as: gallery forest and forest vegetation, medium or low deciduous forest, medium or low shrubs, low pastures, low pasture and grass with bare soils and pastures with handled grass. The herbaceous communities used for grazing and the forage production were divided in module pastures, by being flooded with water coming from the Palmar River and sowed with grass, and those established in stocks or non-module lands, had a vegetation with herbs and shrubs, after the deforestation of the original forest cover. The change rate of the cover from 1986 to 2001 is observed in figures 2 and 3. Generally, remarkable changes were observed on the surface of the gallery forest and in the medium and low vegetation of the deciduous forest, in pastures, grass and shrubs. On table 2 the surface of each unit and the patches number in 1986 and 2001 are presented.

Cuadro 1. Coordenadas de las parcelas muestreadas.

Table 1. Coordinates of the sampled plots.

		UTM			
Año		LN	LW	N	W
2004					
Parcela 1	Laguna de acumulación pluvial	10° 15' 43,9"	72° 04' 38,1"	820191	1135858
Parcela 2	Parcela modulada	10° 18' 35,5"	72° 03' 46,8"	821705	1141149
Parcela 3	Cauce abandonado	10° 16' 49,8"	72° 04' 28,1"	820477	1137887
Parcela 4	Parcela modulada	10° 19' 06,6"	72° 05' 18,3"	818910	1142080
Parcela 5	Parcela modulada	10° 19' 02,2"	72° 05' 26,8"	818653	1141942
Parcela 6	Parcela modulada	10° 19' 1,6"	72° 05' 27,5"	818631	1141923
Parcela 7	Parcela modulada	10° 18' 21,4"	72° 06' 23,4"	816941	1140672
Parcela 8	Parcela modulada	10° 18' 31,6"	72° 06' 11,1"	817312	1140989
Parcela 9	Laguna somera de acumulación pluvial	10° 21' 19,7"	72° 03' 39,8"	821872	1146200
2008					
Parcela 010	Parcela modulada (Ceratopteris)	10° 18' 32,5"	72° 04' 35,5	820224	1141043
Parcela 011	Madre vieja (Cauce abandonado de 1995)	10° 16' 49,8"	72° 04' 28,1"	820477	1137887
Parcela 012	Parcela modulada	10° 18' 33,9"	72° 03' 44,7"	821768	1141099
Parcela 013	Parcela modulada	10° 18' 17,6"	72° 06' 20,9"	817017	1140556
Parcela 014	Parcela modulada	10° 18' 38,3"	72° 05' 55,8"	817777	1141198
Parcela 015	Parcela modulada	10° 18' 45,7"	72° 05' 42,5"	818180	1141432
Parcela 016	Parcela modulada	10° 18' 45,6"	72° 05' 43,5"	818148	1141427
Parcela 017	Parcela modulada	10° 18' 57,2"	72° 05' 22,1"	818797	1141790
Parcela 018	Parcela modulada (San Benito)	10° 16' 38,2"	72° 04' 02,0"	821275	1137539

tación alta boscosa, bosque caducifolio medio o bajo, matorral medio o bajo, arbustal bajo, arbustal bajo y pastizal con suelo desnudo y pastizal con herbazal manejado. Las comunidades herbáceas, usadas para el pastoreo y producción forrajera, se dividieron en pastizales modulados, por ser inundadas con agua del río Palmar y sembradas con pasto, y aquellas establecidos en potreros o terrenos no modulados, que mantuvieron una vegetación de hierbas y arbustos, luego de la deforestación de la cobertura boscosa original. La tasa de cambio de la cobertura entre los años 1986 y 2001 se aprecia en las figuras 2 y 3. En general se observaron cambios notables en la superficie del bosque de galería y en la vegetación media y baja del bosque caducifolio, en arbustales, pastizales y matorrales. En el cuadro 2, se muestra la superficie de cada unidad y el número de parches para los años 1986 y 2001.

El bosque de galería y otras áreas de bosque alto, que acompañan el río Palmar redujeron su área de 821 a 721 ha, en un período de 15 años; el bosque caducifolio medio o bajo se redujo de 320 a 244 ha; el matorral medio bajo que tenía 481 ha en 1986 fue transformado totalmente; el arbustal bajo con 2481 ha en 1986 cambió a 903 ha en arbustal bajo, ralo, con pastizal. El arbustal bajo con pastizal y suelo desnudo, usado para ganadería extensiva se incrementó fuertemente de 783 a 2360 ha; y por último los pastizales con herbazales manejados para ganadería, tanto extensiva como intensiva (no diferenciados), aumentaron de 1132 a 1858 ha en el período considerado.

The gallery forest and other areas of high forest next to the Palmar River reduced their area from 821 to 721 ha, in a period of 15 years; the medium or low deciduous forest reduced from 320 to 244 ha; the low medium shrub communities that had 481 ha in 1986 was totally transformed; the low pasture with 2481 ha in 1986 changed to 903 ha in low sparse sub-shrubs with pastizal. The low pasture with grassland and bare soil used for cattle increased from 783 to 2360 ha; finally, pastures with handled grass for cattle, both extensive and intensive (undifferentiated), increased from 1132 to 1858 ha in the considered period.

Tachack-García *et al.* (2011), reported a reduction on green forest (622.94 to 494.46 Km<sup>2</sup>) and semi-deciduous (1.056,47 to 290.46 km<sup>2</sup>) in the northern area of Maracaibo's Lake from 1986 to 2001.

The change on the land's use at Campo Boscán has been very intense in the last decades as well as for the rest of the region. The creation of new livestock areas has required the deforestation of the natural vegetation, accompanied by a high incidence of forest fires that are mostly related to these productive activities (Tachack-García *et al.*, 2011). This transformation has been potentiated by the politics of the State about taking control of the lands, thus, the private owners have increased the use of their plots. At Campo Boscán, the change rate from 1986 to 2001 has also been intense. The gallery forest and other high forest vegetation, was deforested at an approximate rate of 6.6 ha.year<sup>-1</sup>, considerably higher than the deforestation rate in the region from

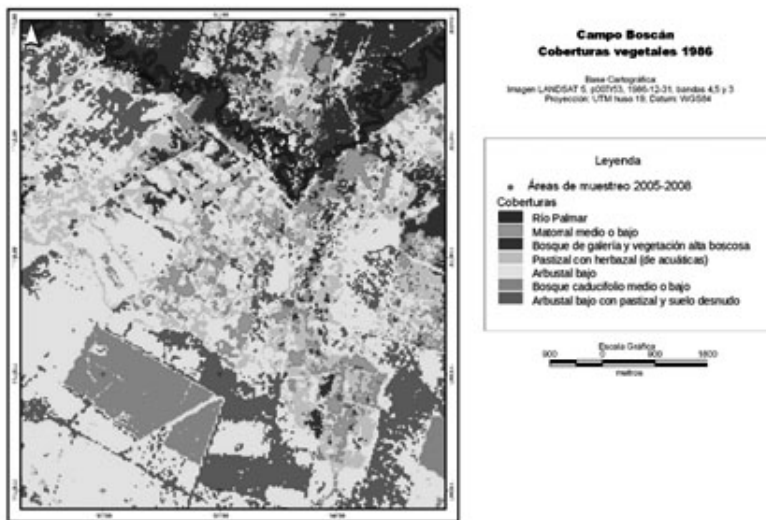


Figura 2. Cobertura vegetal del área de estudio en el año 1986.

Figure 2. Vegetal cover of the research area in 1986.

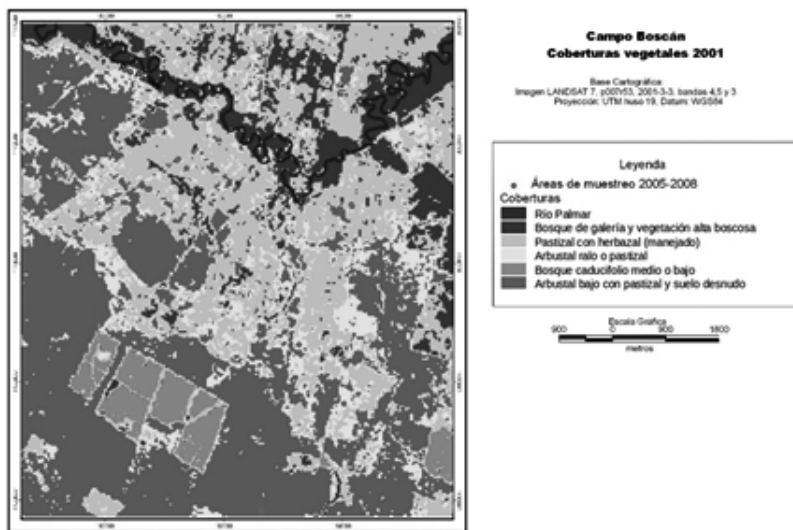


Figura 3. Cobertura vegetal del área de estudio en el año 2001.

Figure 3. Vegetal cover of the research area in 2001.

**Cuadro 2. Superficie y número de parches de las clases de cobertura en que se clasificó el área estudiada.**

**Table 2. Surface and patches number of the cover classes of the classified research area.**

Clase	Nombre de las clases 1986	Área por clase (ha)	Número de parches
0	No data	98,12	11
1	Matorral medio o bajo	481,50	563
2	Bosque de galería y vegetación alta boscosa	821,27	308
3	Pastizal con herbazal	1132,44	698
4	Arbustal bajo	2481,26	1654
5	Bosque caducifolio medio o bajo	320,76	4
6	Arbustal bajo, con pastizal, y suelo desnudo	783,82	360
	Área total (ha)	6119,17	

Clase	Nombre de las clases 2001	Área por clase (ha)	Número de parches
0	No data	0,16	2
1	Bosque de galería y vegetación alta boscosa	721,48	293
2	Pastizal con herbazal (manejado)	1858,18	1613
3	Arbustal bajo, ralo, con pastizal	903,87	991
4	Bosque caducifolio medio o bajo	244,75	8
5	Arbustal bajo, con pastizal, y suelo desnudo	2360,72	984
	Área total (ha)	6089,16	

Consistentemente con lo anterior Tachack-García *et al.* (2011), reportaron reducciones de las coberturas de bosques siempre verdes (622,94 a 494,46 Km<sup>2</sup>) y semicaducifolios (1.056,47 a 290,46 km<sup>2</sup>) en el norte del Lago de Maracaibo, entre los años 1986 y 2001.

Al igual que para toda la región, el cambio del uso de la tierra en el área de Campo Boscán ha sido muy intenso en las últimas décadas. Impulsado por la creación de nuevas áreas agropecuarias, ha requerido del desmonte de la vegetación natural y acom-

1977-1982, established at 4.4% (Portillo-Quintero *et al.*, 2012). Recent studies for all the basin of Maracaibo's Lake from 1985-2010 indicated a deforestation reduction of at least 0.5% (Portillo-Quintero *et al.*, 2012). This is probable due to the already extensive modification of the forestry cover.

In the period between the two samples of aquatic plants, 2004 and 2008, a strong change on the livestock areas without any handling was observed. These areas have been divided and leveled to avoid the accumulation of water and the

pañado a una alta incidencia de incendios forestales asociados, en su mayor parte, a las mismas actividades productivas (Tachack-García *et al.*, 2011). Esta transformación se ha visto potenciada por las políticas del Estado de tomar control de tierras por lo que los propietarios privados han incrementado el uso de sus predios. En Campo Boscán la tasa de cambio entre el año 1986 y 2001 ha sido igualmente intensa. El bosque de galería y otra vegetación boscosa alta, por ejemplo, fue deforestado a una tasa aproximada de 6,6 ha.año<sup>-1</sup>, considerablemente mayor que la tasa de desmonte de la región, entre 1977-1982, que se ubicó en el 4,4% (Portillo-Quintero *et al.*, 2012). Estudios más recientes para toda la cuenca del Lago de Maracaibo, en el periodo 1985-2010 indicaron una disminución de la deforestación a menos de 0,5% (Portillo-Quintero *et al.*, 2012). Probablemente debido a la ya extensiva modificación de la cubierta boscosa.

En el período entre los dos muestreos de plantas acuáticas de este estudio, 2004 y 2008, se observó un fuerte cambio en las áreas de potreros sin manejo de ningún tipo, que habían sido moduladas y niveladas para impedir la acumulación de las aguas y la propagación de especies acuáticas que competían con los pastos para forraje. Posteriormente, las parcelas moduladas en el pasado se han venido nivelando, e instalando en ellas sistemas de riego por aspersión, con el fin de reducir la formación de láminas de agua. Los pastizales manejados se basan en el cultivo de pastos como el “pasto alemán” (*Echinochloa polystachya*) y el “tanner grass” (*Urochloa* sp.).

propagation of aquatic species that competed with pastures and forage. Subsequently, even early module plots have been leveled and dripping irrigation systems have been installed with the aim of reducing the formation of water deposits. The handled pastures are based on the german grass as “*Echinochloa polystachya*” and “tanner grass” (*Urochloa* sp.). Recently, plots of *Luziola subintegra* have been sowed. In non-handle livestock for extensive grazing, the cover is generally lower than in flooded livestock. The most common values range from 40 to 70% and depended on the water remaining on each plot. For this reason in the remote images, large areas with high reflectance were observed, caused by the bare soil. In pastures where the cover was higher shrubby species of the genres *Ludwigia*, *Neptunia*, *Senna* and herbs such as *Cyperus*, *Phyla*, *Rotala*, *Bacopa* and the climber *Sarcostemma clausum* were observed, which indicated a temporal remaining of water in the surface. Among these species grasses typical of wet soils were observed.

Poldering has been widely implemented in Venezuela, particularly at the Venezuelan Llanos, where the water handling has allowed a change of species (grasses) and a higher animal production (Sequera and López-Hernández, 1999). However, the construction of dikes inside the wetlands, as in the case of the Paraná River Delta, does not always generate clear increments of the vegetal or animal diversity (waterfowls) (Bó *et al.*, 2010).

### Specific richness

In 2004, 47 aquatic and semi-aquatic species were identified and 45

Recientemente se han sembrado además parcelas de *Luziola subintegra*. En los potreros no manejados para pastoreo extensivo, la cobertura es, en general, menor que en los potreros regularmente inundados. Los valores más comunes están entre 40 y 70% y dependieron de la permanencia del agua en los mismos. Es por ello que en las imágenes remotas se observaron grandes áreas con alta reflectancia, causada por el suelo descubierto. En pastizales en donde la cobertura fue mayor se encontraron especies arbustivas de los géneros *Ludwigia*, *Neptunia*, *Senna* y hierbas como *Cyperus*, *Phyla*, *Rotala*, *Bacopa* y la trepadora *Sarcostemma clausum*, que indicaron permanencia temporal de agua en la superficie. Entre estas especies se encontraron pastos gramínoles típicos de suelos húmedos.

La modulación se ha implementado ampliamente en Venezuela, particularmente en Los Llanos, donde el manejo hídrico ha permitido un recambio de especies (gramíneas) y una mayor productividad animal (Sequera y López-Hernández, 1999). Sin embargo, la construcción de diques dentro de humedales, como el caso del Delta del río Paraná, no siempre genera incrementos claros de diversidad tanto vegetal como animal (aves) (Bó *et al.*, 2010).

### Riqueza específica

En el año 2004 se determinaron 47 especies acuáticas y semi-acuáticas, y 45 en 2008. En cuanto a la riqueza específica en las parcelas, el número máximo fue de 21, lo que fue comparable con muestreos de ambientes similares, en tamaño y características, realizados en el Delta del Orinoco

in 2008. Regarding the specific richness in the plots, the maximum number was 21, compared to environment samples similar in size and other characteristics, performed in the Orinoco Delta (Colonnello *et al.*, 1993; Colonnello, 1995) and at the basin of Maracaibo's Lake (Barrios *et al.*, 2007a; Barrios *et al.*, 2007b).

The average of species per plot in 2004 was 18 with a minimum value of 13 and a maximum of 21. Likewise, in samples of 2008, the average was of 15, with 10 and 19 as minimum and maximum values, respectively. Plots with a composition of freely colonizing plants and sowed grasses, showed a relatively high richness from 15 to 18 species, similar to less handled environments (more flooded). In a leveled plot sowed with *L. subintegra* (flat and without water lamina) only 10 species were reported. The dominant species on the studied plots, according to cover and constancy, varied among the two samples (table 3), as well as the index of importance value (VII). Among the most frequent were *Lemna* cf. *aequinoctialis* and *Azolla caroliniana*, colonial microphite the cover of which was very large.

Comparing the species evidenced in both samples (table 3), it was observed that 15 plants present in the sample of 2004, were not found in 2008 and vice versa, 13 plants of 2008 were not present in 2004. This result might be due to the fact that not all samples were performed in the same places in both opportunities, due to the land leveling, where were located. Nevertheless, in other cases, the place was exactly the same and also,

(Colonnello *et al.*, 1993; Colonnello, 1995) y en la cuenca del Lago de Maracaibo (Barrios *et al.*, 2007a; Barrios *et al.*, 2007b).

El promedio de especies por parcela en 2004 fue de 18 con un valor mínimo de 13 y máximo de 21. Igualmente en los muestreos de 2008 fue de 15, con 10 y 19 como valores mínimo y máximo, respectivamente. Las parcelas con una composición mixta de plantas que colonizaron libremente y pastos sembrados, mostraron una riqueza relativamente alta entre 15 y 18 especies, similar a ambientes menos manejados (más anegados). En una parcela nivelada y sembrada con *L. subintegra* (plana y sin lámina de agua) se reportaron sólo 10 especies. Las especies dominantes en las parcelas estudiadas, según su cobertura y constancia, variaron poco entre ambos muestreos (cuadro 3), al igual que su índice de valor de importancia (IVI). Entre las más frecuentes estuvieron *Lemna cf. aequinoctialis* y *Azolla caroliniana*, micrófitas coloniales cuya cobertura fue muy grande.

Comparando las especies vistas en ambos muestreos (cuadro 3), se observó que 15 plantas presentes en el muestreo del año 2004, no se registraron en el año 2008 y viceversa, 13 plantas del 2008 no fueron registradas en 2004. Este resultado podría deberse a que no todos los muestreos se hicieron exactamente en los mismos lugares en ambas oportunidades, debido a la nivelación del terreno donde se ubicaron las parcelas para la modulación e instalación de riego por aspersión. No obstante, en otros casos el sitio fue exactamente el mismo y se observaron igualmente diferencias notables. *Pistia*

remarkable differences were observed. For instance, *Pistia stratiotes*, water cabbage, a macrophyte that colonizes rapidly eutrophicated environments, was found in five plots in 2004, and registered in nine plots in 2008, maybe due to a more intense use of the grazing modules. In another example, in the second plot in 2004 *Echinodorus grandiflorus* was collected, but in 2008 it was not present. Likewise, the species *Wolffiella lingulata* and *Ceratophyllum cf. muricatum*, present in several samples of 2004, were absented in the assets in 2008, as well as the species *L. inclinata*, present in 2008 but absent in the same place in 2004. Another probable cause of these variations might be the environmental changes, such as depth or quality water (Mitsch and Gosselink, 2000); as documented for communities at the Orinoco Delta and sampled in different years (Colonnello, 1995).

The number of macrophyte species registered was relatively higher than the one observed in other studies carried out at the basin of Maracaibo's Lake. For example, comparing it with other natural environment such as "La Ciénaga El Mene" at the west of the lake, where only 33 species were observed (Barrios *et al.*, 2007a; Barrios *et al.*, 2007b); however, with marked differences regarding the composition. Thus, these same authors reported eleven Lemnaceae species, against six reported in the current research: *L. minuta*, *L. aequinoctialis*, *Wolffia brasiliensis*, *W. cf. colombiana*, *W. lingulata*, *W. welwitschii* and the absence of others such as *Senna aculeata*, *Paspalum repens*, *Oxycaryum cubense*, *Caperonia*



Cuadro 3. Valores de constancia e IVI de las especies encontradas en los muestreos de los años 2004 y 2008.

Table 3. Constance values and IIV of the species found in samples in 2004 and 2008.

Especies	2004		2008	
	Const. (frecuencia)	IVI	Const. (frecuencia)	IVI
<i>Acrostichum aureum</i> L. *			1(5)	3,6
<i>Alismataceae</i> *	1(3)	1,97		
<i>Ammania auriculata</i> Willd. *	3(1-2)	3,71		
<i>Azolla caroliniana</i> Willd.	7(1-5)	9	6(2-10)	13,34
<i>Caperonia palustris</i> (L.) St. Hill. *	1(1)	0,82		
<i>Ceratophyllum</i> cf. <i>muricatum</i> Cham. *	4(1-8)	11,15		
<i>Ceratopteris pteridoides</i> (Hook.) Hieron. *			2(1-6)	5,69
cf. <i>Websteria confervoides</i> (Poir.) Hooper *	1(4)	2,74		
<i>Cyperus articulatus</i> L.	5(1-2)	5,64	4(1-3)	3,78
<i>C. ligularis</i> L. *	1(2)	1,43		
<i>C. odoratus</i> L.	4(1-3)	3,95	4(2-4)	5,23
<i>C. ochraceus</i> Vahl *	1(1)	0,97	1(1)	0,38
<i>C. digitatus</i> Roxb. *	2(1)	2,23		
<i>C. surinamensis</i> Rottb. *				
<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitchc.	8(1-6)	13,34	5(1-10)	14,49

\* = presente sólo en el año considerado

Const. = valor de constancia

(densid.) = densidad máxima y mínima

IVI = Índice de valor de importancia

## Cuadro 3. Valores de constancia e IVI de las especies encontradas en los muestreos de los años 2004 y 2008 (Continuación).

Table 3. Constance values and IIV of the species found in samples in 2004 and 2008 (Continuation).

Especies	2004		2008	
	Const. (frecuencia)	IVI	Const. (frecuencia)	IVI
<i>Echinodorus grandiflorus</i> (Cham. & Schltld.) Micheli	4(1-5)	6,6	4(2-6)	8,13
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L. *			2(1-2)	1,19
<i>Eleocharis elegans</i> (H. & B.) Roem. & Schult.	2(2-3)	3,43	2(1-2)	1,87
<i>Fimbristylis littoralis</i> Gaudich. *	1(1)	0,87		
<i>Habenaria repens</i> Nutts. *			2(2-3)	2,56
<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.	3(1-5)	5,98	1(1)	0,99
<i>Hydrocleys nymphoides</i> (Willd.) Buchenau	4(1-6)	5,71	3(4-7)	11,92
<i>Hydrolea spinosa</i> L.	1(1)	0,79	1(1)	0,42
<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	4(1-8)	7,25	2(1-2)	2,42
<i>Leersia hexandra</i> Sw. *	2(1)	1,95		
<i>Lemna</i> cf. <i>aequinoctialis</i> Welw.	9(4-10)	25,12	7(1-10)	19,35
<i>L. cf. minuta</i> *	3(3-6)	6		
<i>Lemna</i> sp. *			1(10)	5,18
<i>Limnobium laevigatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine	7(1-10)	18,13	7(1-8)	16,26
<i>Ludwigia</i> cf. <i>affinis</i> (DC.) Hara *			2(2-3)	2,76

\* = presente sólo en el año considerado

Const. = valor de constancia

(densid.) = densidad máxima y mínima

IVI = Índice de valor de importancia

**Cuadro 3. Valores de constancia e IVI de las especies encontradas en los muestreos de los años 2004 y 2008 (Continuación).**

**Table 3. Constance values and IIV of the species found in samples in 2004 and 2008 (Continuation).**

Especies	2004		2008	
	Const. (frecuencia)	IVI	Const. (frecuencia)	IVI
<i>L. decurrens</i> Walt. *			1(7)	4,84
<i>L. helminthorrhiza</i> (Mart.) H. Hara	7(1-9)	13,3	5(1-5)	8,76
<i>L. inclinata</i> (L. f.) Raven *			2(2-3)	2,54
<i>L. leptocarpa</i> (Nutt.) H. Hara	7(1-3)	8,72	5(2-8)	13,8
<i>Luziola subintegra</i> Swallen	1(2)	1,05	4(1-10)	11,4
<i>Mimosa pellita</i> Humb & Bomp. Ex Willd *			1(2)	0,85
<i>Neptunia oleracea</i> Lour. *	1(5)	3,97		
<i>N. plena</i> Lindl. *	3(1-7)	4,67		
<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC.	5(1-6)	7,93	1(1)	0,47
<i>N. rudgeana</i> G.F.W. Mey.	3(1-7)	7,57	1(2)	1,54
<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp. & Kunth) Palla	4(1-4)	5,37	7(1-8)	16,04
<i>Paspalum repens</i> Berg.	1(5)	1,7	2(1-2)	1,44
<i>Phylla nodiflora</i> (L.) Green	2(5)	3,58	1(3)	1,15
<i>Pistia stratiotes</i> L.	5(1-10)	14,47	9(1-10)	33,65
<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass. *			1(8)	3,71

\* = presente sólo en el año considerado

Const. = valor de constancia

(densid.) = densidad máxima y mínima

IVI = Índice de valor de importancia

## Cuadro 3. Valores de constancia e IVI de las especies encontradas en los muestreos de los años 2004 y 2008 (Continuación).

Table 3. Constance values and IIV of the species found in samples in 2004 and 2008 (Continuation).

Especies	2004		2008	
	Const. (frecuencia)	IVI	Const. (frecuencia)	IVI
<i>Poaceae</i> sp 2 *				0,77
<i>Sacciolepis</i> sp.	1(9)	9,01	1(2)	8,48
<i>Salvinia sprucei</i> Kuhn.	5(2-9)	11,24	5(4-9)	18,32
<i>Sarcostemma clausum</i> (Jacq.) Roem. et Schult.	1(2)	1,33	3(2-3)	3,19
<i>Senna aculeata</i> (Pohl ex Benth.) H.S. Irwin & Barneby	4(1-3)	5,03	3(1-2)	2,68
<i>Sphenochlea zeylanica</i> Gaertn.	2(1)	2,24	1(1)	0,38
<i>Thalia geniculata</i> L.	3(1-7)	4,62	2(1)	1,29
<i>Typha domingensis</i> Pers.	1(1)	0,81	4(1-6)	7,13
<i>Utricularia</i> cf. <i>subulata</i> L.	6(3-10)	10,12	4(1-5)	6,28
<i>Limnorcharis flava</i> (L.) Buchenau	2(1-10)	5,89	6(1-6)	10,95
<i>Vigna</i> sp. *			1(1)	0,42
<i>Wolffia brasiliensis</i> Wedd. *	4(1-3)	4,54		
<i>W. columbiana</i> H. Karst.	6(1-10)	10,71	4(2-5)	4,6
<i>Wolffia lingulata</i> (Hegelm.) Hegelm. *	5(3-10)	9,75		
<i>W. welwitschii</i> (Hegelm.) Monod	5(1-10)	14,38	5(5-10)	17,74

\* = presente sólo en el año considerado

Const. = valor de constancia

(densid.) = densidad máxima y mínima

IVI = Índice de valor de importancia

*stratiotes*, el repollo de agua, por ejemplo, una macrófita que coloniza rápidamente ambientes eutroficados, que se encontró en cinco parcelas en 2004, se registró en nueve en 2008, posiblemente debido a una utilización más intensa de los módulos para pastoreo. En otro ejemplo, en la parcela 2, en 2004 se recolectó *Echinodorus grandiflorus*, pero en el 2008 no estuvo presente. Igualmente las especies *Wolffiella lingulata* y *Ceratophyllum* cf. *muricatum*, presentes en varias de las muestras de 2004, resultaron ausentes en las evaluaciones del 2008, así también la especie *L. inclinata* presente en 2008 pero ausente en la misma localidad en 2004. Otra causa probable de estas variaciones, podrían ser los cambios ambientales como la profundidad o calidad del agua (Mitsch y Gosselink, 2000), como ha sido documentado para comunidades en el Delta del Orinoco muestreadas en años diferentes (Colonnello, 1995).

El número de especies de macrófitas registradas fue relativamente mayor al encontrado en otros estudios realizados en la cuenca del Lago de Maracaibo. Por ejemplo, al compararlo con un ambiente natural como la Ciénaga “El Mene” en la costa Oriental del Lago, en el cual se contabilizaron apenas 33 especies (Barrios *et al.*, 2007a; Barrios *et al.*, 2007b); sin embargo, con notables diferencias en cuanto a la composición. Así, estos mismos autores, reportaron once especies de Lemnaceae, contra sólo seis en este estudio: *L. minuta*, *L. aequinoctialis*, *Wolffia brasiliensis*, *W. cf. colombiana*, *W. lingulata*, *W. welwitschii* y la ausencia de otras como *Senna aculeata*, *Paspalum repens*,

*palustris*, *N. oleracea*, *Limnocharis flava* and *Hydrocleys nymphoides*.

On the other hand, Zambrano *et al.* (2007a), in a research of lemnaceae at the mouth of several rivers that flow into the lake (excluding Palmar River), also found 11 species. Possibly, the relative isolation of Campo Boscán from the coast of the lake impeded the upriver colonization of these plants, particularly *L. ecuadoriensis*, one of the two species that infected Maracaibo's Lake in 2004. *Lemna obscura*, the specie that has recurrently invaded this wide lake since 2008 (Barboza *et al.*, 2008) has not been collected until this moment, in previous cited researches or in River Palmar.

Even though no important differences were observed in the number of species among samples carried out in 2004 and 2008, it is clear that the creation of polders has allowed the existence of a wetland with its related species. The use of dripping irrigation, and the consequent disappearance of retained water, will probably reduce the diversity as evidenced in the plot 10 (2008), where only nine species, besides *L. subintegra* the sowed grass, were observed.

If the land continues to be leveled to avoid the retention of water with the aim of optimizing the grasses for cattle, then the current diversity of plants will be reduced. The first eliminated would be the submerged macrophite such as *Utricularia*, *Ceratophyllum*, *Wolffia*, *Wolffiella*, subsequently, the species rooted at the bottom but with floating leaves such as *Nymphaea* spp. and *Pistia*, and finally the emergent plants such as *Echinodorus*, *Hydrocleys*,

*Oxycaryum cubense*, *Caperonia palustris*, *N. oleracea*, *Limnocharis flava* e *Hydrocleys nymphoides*.

Por otra parte, Zambrano *et al.* (2007b), en un estudio de las lemnáceas en la desembocadura en el lago de diversos ríos de la cuenca (no incluyendo el Palmar), también encontraron 11 especies. Posiblemente el relativo aislamiento de Campo Boscán de la costa del Lago, haya impedido la colonización de estas plantas, en particular *L. ecuadoriensis*, una de las dos especies que infestaron el Lago de Maracaibo en el año 2004. *Lemna obscura*, la especie que recurrentemente ha invadido este extenso cuerpo de agua desde el año 2008 (Barboza *et al.*, 2008), no ha sido recolectada hasta el presente en los trabajos anteriormente citados, ni en el río Palmar.

Si bien no se observaron mayores diferencias en el número de especies entre los muestreos realizados entre el año 2004 y el 2008, es claro que la creación de los diques, ha permitido la existencia de un humedal con sus especies asociadas. La implementación del riego por aspersión y la consecuente desaparición de las aguas represadas, muy probablemente reducirá la diversidad como fue patente en la parcela 10 (año 2008), en que solo se observaron nueve especies, además de *L. subintegra*, el pasto sembrado.

Si se continúa nivelando los terrenos para impedir la acumulación de agua, con el objeto de optimizar la producción de pastos para el ganado, se reducirá la diversidad actual de plantas. Las primeras en eliminarse serán las macrofitas sumergidas, como *Utricularia*, *Ceratophyllum*, *Wolffia*,

*Limnocharis* and *Heteranthera*. In the polders, aquatic shrubs and sub aquatic shrubs such as *Senna aculeata*, *Ludwigia* spp., *Typha dominguenis* and *Acrostichum aureum* will probably survive.

## Conclusions

As a result of the human intervention the woody vegetal cover from 1986 to 2001 reduced significantly with an increment of the sub-woody (shrubs and sub-shrubs) as well as the herbaceous. The same process occurred in 2004 and in 2008, where the transformation of shrubs areas increased and intensified, used for extensive or inactive grazing in poldered plots, increasing the diversity of aquatic plants in relation to the previous decades.

The specific richness of aquatic plants kept similar among both sampling periods 2004 and 2008. A substitution of the species among samples was registered. Some of the species recollected in 2004 were not observed in 2008 and vice versa.

The plots that kept a water lamina with variable depth due to the uneven land, retained, even though were sowed with grass, a higher richness of species than those leveled. After 2008 the handled areas were leveled for sowing pasture and implementing dripping irrigations, the findings of this research suggest that the diversity might reproduce again.

## Acknowledgment

The authors want to thank the anonymous referees and the Editorial

*Wolffiella* y a continuación especies arraigadas al fondo pero de hojas flotantes como *Nymphaea* spp. y *Pistia*, y por último desaparecerán las emergentes como *Echynodorus*, *Hydrocleys*, *Limnocharis* y *Heteranthera*. Probablemente solo persistan en los módulos los arbustos y sufrutices acuáticos como *Senna aculeata*, *Ludwigia* spp., *Typha domingensis* y *Acrostichum aureum*.

## Conclusiones

Como resultado de la intervención humana, la cobertura de la vegetación leñosa entre 1986 a 2001 disminuyó marcadamente, con incremento de la sub-leñosa (arbustales y sufrutices), así como de la herbácea. El mismo proceso ocurrió para el período 2004 a 2008 en el que se intensificó la transformación de áreas de arbustales, usados para pastoreo extensivo o inactivos, a parcelas moduladas, con lo que la diversidad de plantas acuáticas aumentó en relación a décadas anteriores.

La riqueza específica de las plantas acuáticas se mantuvo similar entre ambos períodos de muestreo 2004 y 2008. Se registró una sustitución de las especies entre los muestreos. Algunas de las recolectadas en 2004 no se observaron en 2008 y viceversa.

Las parcelas que mantuvieron una lámina de agua de profundidad variable gracias al desnivel del terreno, retuvieron, aun cuando estuvieron sembradas con pasto, una mayor riqueza de especies que aquellas niveladas. A partir de 2008 se nivelaron las áreas moduladas para la siembra de forraje y la implementación del riego

Board of this journal by their valuable knowledge and comments, additionally, the authors thank the Facchini family because of the access provided to their property, to Carolina Fedón by her help while determining the IVI, Everilde Guzmán by her support in the campaign of 2004 and Ariadna Morales by editing this article.

*End of english version*

---

por aspersión, los hallazgos de esta investigación sugieren que la diversidad podría reducirse nuevamente.

## Agradecimiento

Se desea agradecer a los árbitros anónimos y al Comité Editorial de esta revista por sus valiosos aportes y comentarios, a la familia Facchini, por darnos acceso a su propiedad, a Carolina Fedón por su ayuda en la determinación de los IVI, a Everilde Guzmán por su apoyo en la campaña de 2004 y Ariadna Morales por su ayuda en la edición del documento.

## Literatura citada

- Barboza, F., I. Herrera, J. Sánchez, G. Morillo y A. Trujillo. 2008. Crecimiento de *Lemna obscura* (Austin) Daubs en el sistema del Lago de Maracaibo. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad del Zulia. 42(1):93-110.
- Barrios, Y., J.O. Zambrano, D. Pacheco, M. Pietrangeli y J. Fuenmayor. 2007a. Flora acuática vascular de la Ciénaga "El Mene", municipio Santa Rita, estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 24(Supl. 1):360-365.

- Barrios, Y., J.O. Zambrano, D. Pacheco, M. Pietrangeli y J. Fuenmayor. 2007b. Vegetación acuática de la Ciénaga "El Mene", municipio Santa Rita, estado Zulia, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 24(Supl. 1):405-410.
- Bó, R.F., R.D. Quintana, P. Courtalón, E. Astrada, M.L. Bulkovich, G. Lo Coco y A. Magnano. 2010. Efectos de los cambios en el régimen hidrológico por actividades humanas sobre la vegetación y la fauna silvestre del Delta del río Paraná. pp. 33-63. En: *Endicamientos y terraplenes en el Delta del río Paraná. Situación, efectos ambientales y marco jurídico*. D.E. Blanco y F.M. Méndez (Eds.). Fundación humedales. Wetlands Internacional. Buenos Aires.
- Colonnello, G. 1995. La vegetación acuática del Delta del Río Orinoco (Venezuela) Composición florística y aspectos ecológicos (I). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. 55(144):3-34.
- Colonnello, G., M.A. Solé y J. Velásquez. 1993. Inventario preliminar de las plantas acuáticas vasculares del Delta del Río Orinoco, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 139:147-159
- Colonnello, G. y O. Lasso-Alcalá. 2011. Diagnóstico ambiental de la Cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela. pp. 63-80. En: *Desarrollo de metodologías, indicadores ambientales y programas para la evaluación ambiental integral y la restauración de ecosistemas degradados*. A.V. Volpedo, L. Fernández Reyes y J. Buitrago (Eds.). Buenos Aires, Argentina. RED CYTED 411RT0430. ISBN: 978 987 27758 0 3.
- COPLANARH. 1975. Atlas Inventario Nacional de Tierras. Región del Lago de Maracaibo. Ministerio de Agricultura y Cría. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas. 90 pp.
- Eastman, J.R. 2009. IDRISI 16: The Taiga Edition (Worcester, MA: Clark University).
- Ewel, J.J., A. Madriz y J.A. Tosi Jr. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. 2da edición. Ministerio de Agricultura y Cría. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas. 270 pp + 1 mapa 1:2.000.000.
- Fernández, A., G. Colonnello y E. Guzmán. 2007. Inventario de la diversidad florística de un sector del curso medio del río Palmar, estado Zulia. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 24(Supl. 1):415-421.
- McGarigal, K., S.A. Cushman, M.C. Neel, y E. Ene. 2002. FRAGSTATS v3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponible en: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Middleton, B. 1999. Wetlands restoration, flood pulsing, and disturbance dynamics. John Wiley & Sons, Inc. New York. 400 pp.
- Mittermeier, R.A., C. Goettsch Mittermeier y P. Robles Gil. 2004. Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations. Monterrey, Mexico: CEMEX.
- Mitsch, W.J. y J.G. Gosselink. 2000. Wetlands. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. 900 pp.
- Portillo-Quintero, C.A., A.M. Sánchez, C.A. Valbuena, Y.Y. González, y J.T. Larreal. 2012. Forest cover and deforestation patterns in the Northern Andes (Lake Maracaibo Basin): A synoptic assessment using MODIS and Landsat imagery. *Applied Geography*, 35: 152-163.
- Romero, L. y M. Monasterio. 1996. Los costos ecológicos y socioeconómicos del autoabastecimiento lechero. El caso del Sur del Lago de Maracaibo. *Revista Agroalimentaria* 2(3):7.
- Sequera, D. y D. López-Hernández. 1999. Alternativas de manejo en una ganadería extensiva ubicada en una sabana antigua inundable, Alto Apure, Venezuela. *ECOTROPICOS* 12(1):15-24.
- SVMC. 2008. Servicio Venezolano de Meteorología y Climatología. Servicio de Meteorología de la Aviación. Estación Maracaibo, Aeropuerto



Internacional La Chinita. Base Aérea Rafael Urdaneta.

Tachack-García, M.I., F. Carrasquel y S. Zambrano-Martínez. 2010. Estado de amenaza de los ecosistemas al norte y sur del Lago de Maracaibo, estado Zulia. pp. 250-256. En: Libro Rojo de los Ecosistemas de Venezuela. J.P. Rodríguez, F. Rojas-Suarez y D. Giraldo Hernández (Eds.). Provita, Shell de Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas, Venezuela.

UICN 2000. Confirming the Global Extinction Crisis: a call for International action as the most authoritative global assessment of species loss is released. Disponible en: <http://www.iucn.org/redlist/2000/news.html>.

Zambrano, J.O., Y. Barrios, D. Pacheco y J. Fuenmayor. 2007a. Las lemnaceas de la Ciénaga "El Mene", municipio Santa Rita, Estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 24(Supl. 1):399-404.

Zambrano, J.O., D. Pacheco y Y. Barrios. 2007b. Revisión de las lemnaceas del Lago de Maracaibo y la desembocadura de algunos de sus afluentes. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 24(Supl. 1): 411-414.